



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

BIOSSEGURANÇA EM EXPLORAÇÕES DE BOVINOS DE CARNE EM
EXTENSIVO – CONTRIBUTOS PARA A CRIAÇÃO DE UM ÍNDICE DE AVALIAÇÃO

LEONOR RODRIGUES TEODORO AMORIM MARQUES

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutora Maria Isabel Neto da Cunha
Fonseca

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

Doutora Ana Catarina Lopes Vieira
Godinho de Matos

ORIENTADORA

Doutora Ana Catarina
Lopes Vieira Godinho de Matos

CO-ORIENTADOR

Mestre Telmo Renato
Landeiro Raposo Pina Nunes

2019

LISBOA



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

BIOSSEGURANÇA EM EXPLORAÇÕES DE BOVINOS DE CARNE EM
EXTENSIVO – CONTRIBUTOS PARA A CRIAÇÃO DE UM ÍNDICE DE AVALIAÇÃO

LEONOR RODRIGUES TEODORO AMORIM MARQUES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutora Maria Isabel Neto da Cunha
Fonseca

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

Doutora Ana Catarina Lopes Vieira
Godinho de Matos

ORIENTADORA

Doutora Ana Catarina
Lopes Vieira Godinho de Matos

CO-ORIENTADOR

Mestre Telmo Renato
Landeiro Raposo Pina Nunes

2019

LISBOA

Para os meus pais

Agradecimentos

À minha família, em particular aos meus pais, cujo amor e dedicação me ajudaram a tornar na pessoa que hoje sou, e que através do seu próprio exemplo me ensinaram o valor da perseverança e do trabalho. Agradeço também às minhas irmãs, Madalena e Beatriz, que sempre me apoiaram e não me deixaram desanimar durante este percurso.

Ao Professor Telmo Pina Nunes, por todo o conhecimento, motivação e paciência transmitido ao longo deste trabalho. A sua dedicação ao ensino e aos alunos desta instituição é verdadeiramente inspiradora, e a oportunidade de tê-lo como meu co-orientador fica marcada pela enorme disponibilidade, confiança e simpatia que sempre demonstrou para comigo.

À minha orientadora Doutora Ana Vieira, por ter aceite o desafio de embarcar neste trabalho e por tudo o que me ensinou. A sua simpatia e disponibilidade foram constantes ao longo deste projeto, e seu rigor e organização são um exemplo a seguir para qualquer aspirante a investigador.

À Dra. Sílvia Lopes da Coprapec (Cooperativa Agrícola de Compra e Venda de Montemor-o-Novo), pela disponibilidade em colaborar neste projeto, e por ter facilitado contactos no contexto produtivo do Alentejo. Agradeço também à MSD Animal Health Portugal, em especial ao André Preto e à Ana Teresa Cabrita, por todo o apoio prestado no recrutamento de participantes para esta dissertação. A sua colaboração foi essencial para os resultados deste trabalho, e o seu bom humor e à vontade contribuíram para uma recolha de dados mais fácil.

A todos os produtores e médicos veterinários que participaram neste projeto, partilhando o seu conhecimento através do preenchimento de questionários. As opiniões partilhadas foram um precioso contributo para o sucesso deste trabalho, e poderão vir a ser muito úteis em trabalhos futuros na área de biossegurança em explorações de bovinos de carne em extensivo.

Às minhas colegas e amigas: Ana, Elisabete, Mariana, Mónica, Rita e Sara. Guardo com carinho as memórias que criámos ao longo do curso, e obrigada por estarem presentes tanto nos melhores momentos como nos menos bons.

Por fim, a todos os que não mencionei aqui, mas que direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso do meu percurso académico e deste trabalho, o meu mais sincero obrigado.

BIOSSEGURANÇA EM EXPLORAÇÕES DE BOVINOS DE CARNE EM EXTENSIVO – CONTRIBUTOS PARA A CRIAÇÃO DE UM ÍNDICE DE AVALIAÇÃO

Resumo

A aposta na prevenção e não no tratamento de doenças infecciosas é cada vez mais importante em produção animal, e a biossegurança é uma das melhores estratégias preventivas a implementar numa exploração pecuária. A possibilidade de avaliar quantitativamente a biossegurança pode ser muito vantajosa, contudo, atualmente não está disponível nenhuma ferramenta de avaliação de biossegurança que seja adequada para explorações de bovinos de carne em extensivo.

Este projeto procurou dar os contributos iniciais para a criação de um índice de avaliação de biossegurança em explorações de bovinos de carne em extensivo, incorporando na sua estruturação não só o estado de arte de biossegurança atualmente existente, mas também as opiniões de indivíduos com conhecimento prático e/ou científico sobre biossegurança, através da implementação de um processo Delphi.

A estruturação do índice de avaliação de biossegurança consistiu assim na seleção dos critérios de avaliação, definidos como aspetos de biossegurança. Para tal, com base na revisão bibliográfica foi criada uma lista inicial de 33 aspetos de biossegurança. Para apurar quais os aspetos a incluir como critérios de avaliação finais de biossegurança, foi inicialmente feita uma revisão sistemática de fatores de risco e fatores protetores demonstrativos da importância de cada aspeto para a prevenção e controlo de doenças infecciosas com impacto na produção bovina. Seguidamente, os aspetos de biossegurança iniciais foram colocados à consideração dos participantes do Delphi, a fim de apurar opiniões sobre a relevância de cada aspeto para a avaliação de biossegurança numa exploração de bovinos de carne em extensivo. A concordância obtida nas opiniões dos participantes foi avaliada recorrendo à medida de concordância de van der Eijk (A).

A partir da análise dos resultados da revisão sistemática e do processo Delphi, foram selecionados 21 aspetos de biossegurança para constituírem uma proposta de lista final de aspetos de biossegurança a incluir como critérios de avaliação num futuro índice de avaliação.

Palavras-chave: Biossegurança, bovinos de carne, sistema extensivo, índice de biossegurança, doenças infecciosas, método Delphi

BIOSECURITY IN EXTENSIVE BEEF CATTLE FARMS – CONTRIBUTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF AN EVALUATION INDEX

Abstract

To focus on the prevention and not on the treatment of infectious diseases is increasingly important in animal production, and biosecurity is one of the best preventive strategies to implement in an animal farm. The possibility to quantitatively evaluate biosecurity can be very advantageous, however, currently there is no biosecurity evaluation tool available that is suitable for extensive beef cattle farms.

This project aimed to provide the initial contributions for the creation of a biosecurity evaluation index in extensive beef cattle farms, incorporating in its development not only the existing state-of-the-art information on biosecurity, but also the opinions of individuals with practical and/or scientific knowledge on biosecurity, through the implementation of a Delphi process.

The structuring of the biosecurity evaluation index consisted in the selection of the evaluation criteria, defined as biosecurity aspects. To do this, based on the bibliographic review, an initial list of 33 biosecurity aspects was created. In order to determine the aspects to be included as final biosecurity evaluation criteria, it was initially done a systematic review of risk factors and protective factors demonstratives of the importance of each aspect for the prevention and control of infectious diseases with an impact on bovine production. The initial biosecurity aspects were then presented to the Delphi participants, in order to gather their opinions on the relevance of each aspect for the evaluation of biosecurity in an extensive beef cattle farm. The agreement obtained in the participants' opinions was evaluated using the van der Eijk's measure of agreement (A).

Based on the analysis of the results from the systematic review and the Delphi process, 21 biosecurity aspects were selected for a proposal of a final list of biosecurity aspects to be included as evaluation criteria in a future evaluation index.

Keywords: Biosecurity, beef cattle, extensive farming, biosecurity index, infectious diseases, Delphi method

Índice Geral

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Índice Geral	v
Lista de figuras	ix
Lista de tabelas.....	x
Lista de gráficos.....	xi
Lista de abreviaturas, siglas, unidades e símbolos	xii
1. Introdução.....	1
1.1. Contexto do trabalho	1
1.2. Objetivos e metodologia	1
1.3. Organização da Dissertação	2
2. Relatório de estágio curricular.....	2
3. Revisão bibliográfica.....	3
3.1. Produção de bovinos de carne em extensivo	3
3.2. Doenças infecciosas na produção de bovinos.....	4
3.2.1. Impacto das doenças infecciosas na produção	5
3.2.2. Perdas reprodutivas.....	5
3.2.3. Sistema Imunitário	6
3.2.4. Zoonoses.....	7
3.2.5. Comercialização de animais e produtos de origem animal	7
3.2.6 Transmissão de doenças infecciosas	8
3.3. Biossegurança.....	11
3.3.1. Recomendações de biossegurança.....	12
3.3.1.1. Introdução de efetivo	13
3.3.1.1.1. Reposição com animais externos	13
3.3.1.1.2. Seleção dos animais a introduzir	14
3.3.1.1.3. Quarentena.....	15
3.3.1.2. Contactos com outros animais.....	16
3.3.1.2.1. Contacto direto através dos limites da exploração	17
3.3.1.2.2. Partilha de espaços	18
3.3.1.2.3. Controlo de pragas	18
3.3.1.2.4. Seleção dos animais reprodutores.....	19
3.3.1.2.5. Maneio no retorno.....	19
3.3.1.3. Veículos e equipamentos.....	20
3.3.1.3.1. Circulação de veículos externos	20

3.3.1.3.2. Material e equipamento usado na exploração.....	21
3.3.1.3.3. Limpeza e desinfecção	21
3.3.1.4. Pessoas.....	22
3.3.1.4.1. Circulação de visitantes	22
3.3.1.4.2. Regras de higiene, limpeza e biossegurança.....	23
3.3.1.5. Alimentos, água e outros abastecimentos.....	23
3.3.1.5.1. Armazenamento de abastecimentos	24
3.3.1.5.2. Controlo de qualidade da fonte de água	24
3.3.1.5.3. Contaminação dos comedouros e bebedouros com fezes.....	24
3.3.1.6. Gestão de resíduos e cadáveres	25
3.3.1.6.1. Uso e armazenamento de estrume ou chorume de outras origens	25
3.3.1.6.2. Gestão de cadáveres.....	26
3.3.1.7. Sanidade animal.....	26
3.3.1.7.1. Limpeza dos parques e dos animais.....	26
3.3.1.7.2. Registos de doenças e tratamentos.....	27
3.3.1.7.4. Planos de desparasitação e de vacinação	29
3.3.1.7.5. Material biológico de origem externa	30
3.3.1.7.6. Divisão do efetivo na exploração	31
3.3.1.7.7. Maneio animal	32
3.3.2. Planos de biossegurança.....	32
3.3.3. Avaliação de biossegurança	34
3.3.3.1. Sistemas de avaliação de biossegurança	34
3.4. Método Delphi	38
3.4.1. Características do Delphi.....	39
3.4.1.1. Anonimato	39
3.4.1.2. Iteração	40
3.4.1.4. <i>Feedback</i> controlado	40
3.4.1.3. Resposta estatística de grupo.....	40
3.4.2. Formas de administração do Delphi.....	40
4. Objetivos.....	41
5. Materiais e métodos.....	42
5.1. Lista inicial de aspetos de biossegurança.....	42
5.2. Revisão sistemática de fatores de risco e fatores protetores de doenças infecciosas ..	43
5.3. Processo Delphi modificado	44
5.3.1. Grupo de participantes	44
5.3.2. Desenho e implementação do processo Delphi	45
5.3.2.1. Primeira ronda	45

5.3.2.2. Segunda ronda	46
5.3.3. Análise de dados	46
5.4. Proposta de lista final de aspetos de biossegurança	47
6. Resultados.....	48
6.1. Lista inicial de aspetos de biossegurança.....	48
6.2. Revisão sistemática de fatores de risco e fatores protetores de doenças infecciosas .	50
6.2.1. Introdução de efetivo	50
6.2.1.1. Reposição com animais externos	50
6.2.1.2. Seleção dos animais a introduzir	50
6.2.1.3. Quarentena.....	52
6.2.2. Contactos com outros animais.....	52
6.2.2.1. Contacto direto através dos limites da exploração	52
6.2.2.3. Controlo de pragas	54
6.2.2.4. Seleção dos animais reprodutores.....	54
6.2.2.5. Maneio no retorno.....	55
6.2.3. Veículos e equipamentos.....	55
6.2.3.1. Circulação de veículos externos	55
6.2.3.2. Material e equipamento usado na exploração.....	55
6.2.3.3. Limpeza e desinfeção.....	56
6.2.4. Pessoas.....	56
6.2.4.1. Circulação de visitantes	56
6.2.4.2. Regras de higiene, limpeza e biossegurança.....	56
6.2.5. Alimentos, água e outros abastecimentos	56
6.2.5.1. Armazenamento de abastecimentos.....	56
6.2.5.2. Controlo de qualidade da fonte de água	57
6.2.5.3. Contaminação dos comedouros e bebedouros com fezes.....	57
6.2.6. Gestão de resíduos e cadáveres	57
6.2.6.1. Uso e armazenamento de estrume ou chorume de outras origens	57
6.2.6.2. Gestão de cadáveres.....	58
6.2.7. Sanidade animal.....	58
6.2.7.1. Limpeza dos parques e dos animais.....	58
6.2.7.2. Registos de doenças e tratamentos.....	58
6.2.7.3. Isolamento	59
6.2.7.4. Planos de desparasitação e de vacinação	59
6.2.7.5. Material biológico de origem externa	59
6.2.7.6. Divisão do efetivo na exploração	60
6.2.7.7. Maneio animal	61

6.2.8. Características gerais da exploração	61
6.3. Processo Delphi	61
6.3.1. Participação no processo Delphi.....	61
6.3.2. Primeiro subgrupo de aspetos de biossegurança	61
6.3.3. Segundo subgrupo de aspetos de biossegurança	64
6.3.4. Terceiro subgrupo de aspetos de biossegurança	67
6.4. Proposta de lista final de aspetos de biossegurança	71
7. Discussão	71
8. Conclusões e perspetivas futuras	79
9. Bibliografia	82
10. Anexos.....	99
Anexo 1 – Processo Delphi	99
Anexo 2 - Reposição com animais externos.....	101
Anexo 3 - Seleção dos animais a introduzir.....	103
Anexo 4 - Quarentena	104
Anexo 5 – Contacto direto através dos limites da exploração.....	104
Anexo 6 - Partilha de espaços.....	105
Anexo 7 - Seleção dos animais reprodutores	107
Anexo 8 - Maneio no retorno à exploração.....	108
Anexo 9 - Circulação de visitantes	108
Anexo 10 - Regras de higiene e limpeza e boas práticas de biossegurança	109
Anexo 11 - Armazenamento de alimento, feno e palha	109
Anexo 12 - Controlo de qualidade da fonte de água.....	109
Anexo 13 - Armazenamento de estrume/chorume.....	110
Anexo 14 - Limpeza dos parques e dos animais	110
Anexo 15 - Registos de doenças e tratamentos	111
Anexo 16 - Isolamento	113
Anexo 17 - Vacinação	114
Anexo 18 - Material biológico de origem externa.....	114
Anexo 19 - Divisão do efetivo na exploração.....	114
Anexo 20 - Características gerais da exploração.....	115

Lista de figuras

Figura 1 – Processo de estruturação do índice de avaliação de biossegurança	42
---	----

Lista de tabelas

Tabela 1 – Divisão do número total de publicações revistas, com base nas espécies e/ou sistemas de produção às quais é aplicável a biossegurança abordada, e consoante a origem das recomendações de biossegurança.....	13
Tabela 2 – Breve descrição dos sistemas de avaliação de biossegurança existentes na bibliografia atual.....	35
Tabela 3 - Análise da metodologia dos sistemas de avaliação de biossegurança existentes na bibliografia atual.....	36
Tabela 4 – Lista inicial de aspetos de biossegurança para um índice de avaliação de biossegurança de explorações de bovinos de carne em extensivo	48
Tabela 5 - Valores da medida de concordância de van der Eijk (A) obtidos no primeiro subgrupo de aspetos de biossegurança, calculados por aspeto e por ronda, em conjunto com a variação entre os valores da medida de concordância de van der Eijk calculados na primeira e na segunda ronda.....	64
Tabela 6 - Valores da medida de concordância de van der Eijk (A) obtidos no segundo subgrupo de aspetos de biossegurança, calculados por aspeto e por ronda, em conjunto com a variação entre os valores da medida de concordância de van der Eijk calculados na primeira e na segunda ronda.....	67
Tabela 7 - Valores da medida de concordância de van der Eijk (A) obtidos no terceiro subgrupo de aspetos de biossegurança, calculados por aspeto e por ronda, em conjunto com a variação entre os valores da medida de concordância de van der Eijk calculados na primeira e na segunda ronda.....	70
Tabela 8 – Proposta de lista final de aspetos de biossegurança para um índice de avaliação de biossegurança de explorações de bovinos de carne em extensivo, com a distinção entre os aspetos da lista inicial que foram incluídos na lista final (a cinzento escuro) e os que foram excluídos da lista final (a cinzento claro), conforme os resultados da revisão sistemática e/ou do processo Delphi	72

Lista de gráficos

Gráfico 1 – Valores mensais de exportação (milhares de euros) de bovinos vivos provenientes de Portugal para vários mercados importadores, registados entre 2012 e 2018	8
Gráfico 3 – Distribuição percentual das opiniões gerais do primeiro subgrupo de aspetos de biossegurança na segunda ronda	62
Gráfico 2 – Distribuição percentual das opiniões gerais do primeiro subgrupo de aspetos de biossegurança na primeira ronda.....	62
Gráficos 4 e 5 – Distribuição percentual das opiniões de MV's (à esquerda) e de produtores (à direita) do 1º subgrupo de aspetos na 1ª ronda	63
Gráficos 6 e 7 – Distribuição percentual das opiniões de MV's (à esquerda) e de produtores (à direita) do 1º subgrupo de aspetos na 2ª ronda	63
Gráfico 8 – Distribuição percentual das opiniões gerais do segundo subgrupo de aspetos de biossegurança na primeira ronda.....	65
Gráfico 9 – Distribuição percentual das opiniões gerais do segundo subgrupo de aspetos de biossegurança na segunda ronda	65
Gráficos 10 e 11 – Distribuição percentual das opiniões de MV's (à esquerda) e de produtores (à direita) do 2º subgrupo de aspetos na 1ª ronda	66
Gráficos 12 e 13 – Distribuição percentual das opiniões de MV's (à esquerda) e de produtores (à direita) do 2º subgrupo de aspetos na 2ª ronda	66
Gráfico 14 – Distribuição percentual das opiniões gerais do terceiro subgrupo de aspetos de biossegurança na primeira ronda.....	68
Gráfico 15 – Distribuição percentual das opiniões gerais do terceiro subgrupo de aspetos de biossegurança na segunda ronda	68
Gráficos 16 e 17 – Distribuição percentual das opiniões de MV's (à esquerda) e de produtores (à direita) do 3º subgrupo de aspetos na 1ª ronda	69
Gráficos 18 e 19 – Distribuição percentual das opiniões de MV's (à esquerda) e de produtores (à direita) do 3º subgrupo de aspetos na 2ª ronda	69

Lista de abreviaturas, siglas, unidades e símbolos

A – Medida de concordância de van der Eijk
AHA – Animal Health Australia
APHIS – Animal and Plant Health Inspection Service
AVAI – Anos de Vida Ajustados à Incapacidade
BAMN – Bovine Alliance on Management and Nutrition
BHV-1 – Bovine herpesvirus-1
BVDV – Bovine Viral Diarrhea Virus
CE – Conselho Europeu
CFIA – Canadian Food Inspection Agency
CFSPH – Center for Food Security and Public Health
CSS – Certified Semen Services
DARDNI – Department of Agriculture and Rural Development Northern Ireland
DEFRA – Department for Environment, Food and Rural Affairs
DGAV – Direção-Geral de Alimentação e Veterinária
DSAVR – Serviços de Alimentação e Veterinária Regionais
DVFA – Danish Veterinary and Food Administration
EEB – Encefalopatia Espongiforme Bovina
FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
GMD – Ganho Médio Diário
HVB-1 – Herpesvírus Bovino-1
IBIC – Iowa Beef Industry Council
IBR – Infectious Bovine Rhinotracheitis
IC – Índice de Conversão Alimentar
IFAH – International Federation for Animal Health
IPV – Infectious Pustular Vulvovaginitis
INE – Instituto Nacional de Estatística
IETS – International Embryo Technology Society
ITC – International Trade Centre
LEB – Leucose Enzoótica Bovina
MAP – *Mycobacterium avium* ssp. *Paratuberculosis*
MBP – Manitoba Beef Producers
MLA – Meat & Livestock Australia
MV – Médico Veterinário
OMS – Organização Mundial da Saúde
OPP – Organização de Produtores Pecuários
OR – *Odds ratio*

PAC – Política Agrícola Comum da União Europeia

PHA – Plant Health Australia

PI – Persistentemente Infetado

QGIS – Quantum Geographic Information System

RIB – Rinotraqueíte Infeciosa Bovina

TI – Transitoriamente Infetado

UE – União Europeia

UNL – University of Nebraska-Lincoln

VPI – Vulvovaginite Pustular Infeciosa

VDVB – Vírus da Diarreia Viral Bovina

> - maior

≥ - maior ou igual

< - menor

Min - mínimo

Máx – máximo

1. Introdução

1.1. Contexto do trabalho

O potencial impacto das doenças infecciosas em produção animal já é há muito reconhecido (Bennett, Christiansen, & Clifton-Hadley, 1999), e com a pressão atual para a redução do uso de antimicrobianos em espécies pecuárias (OMS, 2017), a aposta na prevenção e controlo de doenças em vez de no tratamento é cada vez mais importante. Uma valiosa estratégia preventiva a aplicar no âmbito da produção animal e medicina veterinária é a biossegurança, que pode ser definida como a combinação de todas as medidas implementadas para reduzir o risco de introdução e disseminação de agentes de doenças infecciosas (Dewulf & Van Immerseel, 2018). A avaliação quantitativa da biossegurança numa exploração animal pode ser muito vantajosa, no entanto atualmente não está disponível qualquer ferramenta de avaliação de biossegurança que seja adequada para explorações de bovinos de carne em regime extensivo.

1.2. Objetivos e metodologia

Este trabalho teve como objetivo principal a estruturação de um índice de avaliação de biossegurança em explorações de bovinos de carne em extensivo, que corresponde à seleção dos aspetos de biossegurança que devem representar os critérios de avaliação finais do índice. Este objetivo foi procurado através da concretização de dois objetivos específicos: a compreensão do que consta na literatura sobre o tema de biossegurança, e a compreensão das opiniões de indivíduos com conhecimento prático ou científico sobre implementação de biossegurança.

Para o cumprimento do primeiro objetivo foi feita uma extensa revisão bibliográfica, que incluiu a recolha de informação de biossegurança aplicável no contexto produtivo do trabalho, a fim de elaborar uma lista inicial de aspetos de biossegurança relevantes para a produção de bovinos de carne em extensivo. Seguidamente, foi feita uma revisão sistemática dos potenciais fatores de risco e fatores protetores de doenças com impacto na produção bovina, com o objetivo de procurar evidência científica demonstrativa da importância dos aspetos de biossegurança identificados na lista inicial. Para o cumprimento do segundo objetivo, foi implementado um processo e-Delphi, que permitiu colocar a lista inicial de aspetos à consideração de um grupo de produtores e médicos veterinários. O processo de duas rondas procurou apurar as opiniões deste grupo relativamente a quais os aspetos de biossegurança identificados na lista inicial eram mais relevantes para a biossegurança no universo do nosso estudo – a produção de bovinos de carne em extensivo.

Com base na análise conjunta dos resultados da revisão sistemática e dos resultados do processo Delphi, foi criada a proposta de uma lista final de aspetos de biossegurança, que correspondem aos potenciais critérios de avaliação a integrar no índice de avaliação.

1.3. Organização da Dissertação

Esta Dissertação de Mestrado está organizada da seguinte forma: No capítulo 2 são descritas as atividades desenvolvidas ao longo do estágio curricular correspondente ao 11º semestre do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária. O capítulo 3 corresponde à revisão bibliográfica, na qual é feita uma contextualização da produção de bovinos de carne em extensivo em Portugal, e as vantagens da prevenção e controlo de doenças infecciosas neste contexto produtivo. O conceito de biossegurança e a sua importância na prevenção e controlo de doenças são aqui apresentados, bem como o estado de arte relativo às recomendações de biossegurança e às ferramentas de avaliação quantitativa de biossegurança aplicáveis a produção animal. Ainda neste capítulo encontra-se descrito o método Delphi e a sua aplicação em estudos científicos, inclusive na área de Medicina Veterinária. Após a delineação dos objetivos do trabalho no capítulo 4, no capítulo 5 é apresentada a metodologia implementada, com uma descrição detalhada dos passos seguidos para o cumprimento dos objetivos propostos. Os resultados obtidos a partir da metodologia aplicada são apresentados no capítulo 6 e discutidos no capítulo 7. Para finalizar, no capítulo 8 constam as principais conclusões retiradas deste trabalho, e são apresentadas sugestões de perspetivas para futuros projetos.

2. Relatório de estágio curricular

O estágio curricular do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária foi realizado entre a Faculdade de Medicina Veterinária (FMV) e o Instituto Superior Técnico (IST) da Universidade de Lisboa (UL), sob orientação da Dra. Ana Vieira e co-orientação do Professor Telmo Nunes. O estágio teve uma duração de aproximadamente 8 meses, com início a 2 de outubro de 2017 e término a 18 de maio de 2018. O trabalho desenvolvido durante o período de estágio foi definido em torno do tema da dissertação - Avaliação de biossegurança em explorações de bovinos de carne em extensivo - resultando na aquisição de um conjunto de competências em diversas áreas.

A fase inicial do projeto consistiu num processo de aprendizagem e treino com ferramentas de análise de dados, nomeadamente as ferramentas Quantum Geographic Information System (QGIS), R e Rstudio, sob tutoria do Professor Telmo Nunes.

O cumprimento do objetivo principal do projeto - a estruturação de um índice de avaliação de biossegurança – envolveu a elaboração de um extenso trabalho teórico, a fim de se definir o conjunto de aspetos de biossegurança a utilizar como critérios de avaliação no futuro índice. Após o estudo e compreensão da metodologia a implementar, tornou-se clara a necessidade de realizar uma revisão bibliográfica sobre o tema de biossegurança, bem como obtenção de evidência científica que apoiasse a importância das recomendações de biossegurança

identificadas. Para tal, foi feita uma revisão sistemática de fatores de risco e fatores protetores de doenças infecciosas com impacto na produção bovina. Com base nas recomendações de biossegurança, foi criado de raiz um questionário de biossegurança para recolha de opiniões de produtores e médicos veterinários.

Durante o período de estágio a autora acompanhou o Professor Nestor Chagas numa visita de trabalho a uma exploração-modelo de biossegurança, dedicada à produção de bovinos de carne em extensivo. Durante a visita assisti o Professor na realização de transferências de embriões, e foi também possível observar e discutir com o produtor o tipo de práticas de biossegurança exemplares que são aplicadas na exploração.

Com a orientação da Dra. Ana Vieira, foi implementado um processo Delphi para a recolha de opiniões através da aplicação dos questionários criados. A recolha de opiniões foi feita com o intuito de apurar quais os aspetos de biossegurança, definidos a partir da revisão bibliográfica, que deveriam ser selecionados como critérios de avaliação do índice. Foram realizadas duas rondas de questionários a produtores e médicos veterinários pertencentes ao contexto produtivo de bovinos de carne do Alentejo. A recolha de questionários decorreu entre 2 de março de 2018 e 13 de maio de 2018, sendo que a maior parte dos participantes da primeira ronda de questionários foi recrutada pessoalmente durante as X Jornadas Hospital Veterinário Muralha de Évora (Évora), e as VI Jornadas Técnicas da VetAgroMor (Montemor-o-Novo).

Na fase final do estágio foram feitos o tratamento e a análise dos dados recolhidos nos questionários, consolidando e aplicando os conhecimentos de R que foram adquiridos no início do projeto.

3. Revisão bibliográfica

3.1. Produção de bovinos de carne em extensivo

A produção animal no contexto rural português começou a ganhar relevância a partir da segunda metade do séc. XIV, com particular destaque para as espécies bovina, ovina, caprina, suína e equina. A produção animal tinha por objetivo não só a obtenção de alimentos, mas também o desenvolvimento de trabalho, e ambos os objetivos eram muitas vezes explorados de forma conjunta (Catarino, 1998). Devido às suas características climáticas e fundamentalmente edáficas, o território português apresenta várias áreas desfavorecidas em termos agrícolas. Ao longo de séculos Portugal usou estas características, desfavoráveis para a agricultura, como forma de pastoreio para a produção de animais em extensivo, aproveitando a capacidade de bovinos e pequenos ruminantes de converter pastagens, subprodutos e resíduos de culturas agrícolas em alimentos utilizáveis pelo Homem (Andrade, Rodrigues & Rodrigues, 1999).

É desde modo que, nos dias de hoje, os sistemas de produção de carne em extensivo assumem especial valor, pois em associação com a exploração da floresta e a agricultura, representam uma importante fonte de receita e emprego para o país. A pecuária extensiva desempenha igualmente um papel de relevo no contexto social e ambiental de Portugal, consistindo numa das formas de dar vida e qualidade à paisagem rural e evitando a desertificação do meio rural. Os sistemas de produção utilizados tradicionalmente no nosso país são ambientalmente sustentáveis e potencializam a utilização de recursos locais, tais como as bases genéticas das raças autóctones e as pastagens e forragens espontâneas ou semeadas (Andrade et al., 1999).

A dimensão média do efetivo bovino em Portugal sofreu grandes alterações nas últimas duas décadas, observando-se em 2009 uma acentuada tendência para a concentração animal, refletida no aumento do número de cabeças por exploração (Instituto Nacional de Estatística [INE], I.P., 2011). Em comparação com 1999, ano em que se registaram 13,8 cabeças por exploração, atingiu-se em 2009 o valor de 28,6 cabeças por exploração, tendo-se observado um novo aumento para 36,1 cabeças por exploração em 2016. Para esta evolução contribuiu simultaneamente um incremento do efetivo aleitante, tanto em sistema intensivo como extensivo (INE, I.P., 2011; INE, I.P. 2017). Em Portugal Continental, podem diferenciar-se dois sistemas extensivos no sector de produção de carne de bovinos: um no Norte e Centro e outro no Sul do território. Esta diferenciação é feita com base na estrutura fundiária das explorações e nas condições edafo-climáticas que caracterizam as regiões (Andrade et al., 1999). Em 2016, a região do Alentejo concentrava 44% do efetivo bovino nacional, quase exclusivamente dirigido para a produção de carne em extensivo (INE, I.P., 2011; INE, I.P. 2017).

3.2. Doenças infecciosas na produção de bovinos

As doenças infecciosas compreendem qualquer doença causada pela entrada de um agente patogénico – um vírus, bactéria, fungo, protozoário ou prião – num ser vivo, que resulta no desenvolvimento de uma infeção (Quinn et al., 2002). Em conjunto com o controlo de fatores como a imunidade, nutrição, ambiente e manejo dos animais, o controlo da presença de agentes infecciosos é essencial para assegurar a sanidade animal numa exploração de bovinos (Duncan, 1990; Radostits, 2001).

Atualmente, Portugal apresenta-se livre de doenças bovinas que, segundo a Diretiva 92/119/CEE, são classificadas como “doenças de emergência”. A Febre aftosa e Dermatite nodular contagiosa são dois exemplos, para as quais existem Planos de Contingência em caso de ocorrência de um surto. A nível nacional estão também em curso Programas oficiais de Erradicação e Controlo de várias doenças, nomeadamente da Tuberculose bovina, Brucelose bovina, Leucose Enzoótica Bovina (LEB) e Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB) (Direção-Geral de Alimentação e Veterinária [DGAV], 2018). No âmbito destes

programas, os procedimentos definidos para o controlo das doenças são de cumprimento obrigatório. No entanto, existe um conjunto de doenças infecciosas com impacto na produção que não estão abrangidas por este tipo de programas, mas cuja prevenção e controlo podem trazer vantagens ao produtor a vários níveis, tais como melhorias nos indicadores produtivos e na performance reprodutiva do efetivo (Carslake et al., 2011). Ao longo dos próximos subcapítulos será abordada a importância deste grupo de doenças, bem como as eventuais consequências da sua presença numa exploração de bovinos de carne em extensivo.

3.2.1. Impacto das doenças infecciosas na produção

O potencial impacto das doenças infecciosas em produção animal já é há muito reconhecido (Bennett, Christiansen, & Clifton-Hadley, 1999), sendo sugerido por alguns autores como o fator com maior capacidade de afetar a performance produtiva dos animais (Wells, Dee, & Godden, 2002). A presença de doenças infecciosas pode ser causa de perdas económicas significativas num sistema de produção, devido aos seus efeitos prejudiciais na saúde e produtividade dos animais. Um bovino doente é menos eficiente na conversão de recursos em produto final, traduzindo-se num Ganho Médio Diário (GMD) e Índice de Conversão Alimentar (IC) piores que os de um animal são (Otte & Chilonda, n.d.).

Tomemos como exemplo a Paratuberculose, doença crónica que tem como agente etiológico a *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis* (MAP). A prevalência de Paratuberculose em bovinos de carne é menos estudada do que em bovinos de leite, o que contribui para a menor importância que lhe é atribuída neste setor produtivo (Roussel et al., 2005). No entanto, esta doença afeta o negativamente o crescimento, o IC e o GMD do animal desde os estadios subclínicos, apesar de ser nos estadios mais avançados que ocorre perda de peso evidente com manutenção ou aumento do apetite, e uma progressiva emaciação e caquexia (Garcia & Shalloo, 2015). A resultante degradação da condição geral dos bovinos leva muitas vezes a abate precoce e perda de valor da carcaça, que em conjunto com os custos de reposição do efetivo trazem prejuízo ao produtor (Garcia & Shalloo, 2015; Whitlock & Buergelt, 1996).

3.2.2. Perdas reprodutivas

A performance reprodutiva dos animais é outro fator essencial para a produtividade, pois o vitelo saudável é geralmente o principal produto final de uma exploração de bovinos de carne. Desta forma, doenças com impacto na reprodução podem ter um grande impacto na rentabilidade de uma manada, por diminuição da eficiência reprodutiva (Diskin & Kenny, 2016; Grooms, 2006; Sanderson & Gnad, 2002). São várias as doenças reprodutivas que se manifestam por sinais clínicos e indicadores de produtividade como o aumento do intervalo entre partos, por falhas na concepção e repetição deaios, infertilidade, morte embrionária e fetal, aborto, entre outros (Campero, 2000; Diskin & Kenny, 2016; Sanderson & Gnad, 2002).

Apesar de já serem conhecidas há várias décadas, as doenças sexualmente transmissíveis continuam a ser as principais doenças reprodutivas nos bovinos, e a sua principal via de transmissão é a monta natural (Michi, Favetto, Kastelic & Cobo, 2016).

Atentemos em duas destas doenças: Campilobacteriose genital bovina e Tricomoniase venérea bovina, causadas pelos agentes *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* e *Trichomonas foetus*, respetivamente. Em ambas as doenças o touro é o principal reservatório, apresentando uma infeção persistente e clinicamente assintomática (Michi et al., 2016). Na fêmea, a Tricomoniase pode causar morte embrionária ou fetal a partir da sétima semana de gestação, bem como aborto, maceração fetal e infertilidade (Michi et al., 2016; Rae, Crews, Greiner & Donovan, 2004). A Campilobacteriose na fêmea está associada a falhas na conceção, estro irregular, infertilidade transitória e, em fêmeas gestantes, morte embrionária ou fetal e aborto. Em conjunto, estes efeitos podem causar perdas reprodutivas moderadas a graves, devido a uma redução da percentagem de vitelos produzidos, ou redução no peso dos vitelos produzidos por vaca na exploração (Alves, Stynen, Miranda, & Lage, 2011; Michi et al., 2016; Sanderson & Gnad, 2002).

Com a reforma da Política Agrícola Comum (PAC) de 2015, surgiu um novo tipo de perda indireta associada à ineficiência reprodutiva da manada. No novo regime de ajudas ao sector da produção de bovinos, o prémio por vaca em aleitamento passou a ser atribuível apenas a fêmeas que tenham parido nos últimos 18 meses, contabilizadas nos 6 meses de elegibilidade a partir de 1 de fevereiro de cada ano. Adicionalmente, de entre as vacas elegíveis, um máximo de 20% dos prémios pode ser atribuído a novilhas de substituição. Estas alterações na regulamentação representam mais um incentivo à boa performance reprodutiva, que se torna fulcral para assegurar o apoio financeiro da União Europeia (Costa, 2015; Conselho Europeu [CE], 2018).

3.2.3. Sistema Imunitário

Para além das perdas diretas na produtividade, certas doenças causam também imunossupressão no hospedeiro. As infeções causadas pelo Vírus da Diarreia Viral Bovina (VDVB ou BVDV, do inglês *Bovine Viral Diarrhea Virus*) e o Herpesvírus Bovino-1 (HVB-1, ou BHV-1, do inglês *Bovine herpesvirus-1*), são exemplos comprovados de doenças infecciosas que comprometem o sistema imunitário, aumentando a suscetibilidade do animal a outros agentes patogénicos e podendo até potenciar a patogenicidade de agentes co-infetantes (Baker, 1995; Nandi, Kumar, Manohar & Chauhan, 2009; Potgieter, 1995). Desta forma, a ocorrência de doenças imunossupressoras refletir-se-á em gastos adicionais em terapêuticas e outras estratégias de controlo de doenças que ocorrem por debilitação das defesas imunitárias (International Federation for Animal Health [IFAH], 2012; Otte & Chilonda, n.d.).

3.2.4. Zoonoses

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) (2018), uma zoonose é qualquer doença ou infecção naturalmente transmissível de animais vertebrados a humanos, e as explorações animais são um dos principais locais de interface entre humanos e animais. Apesar de nos países com maior poder económico as zoonoses representarem menos de 1% da perda de anos de vida ajustados à incapacidade (AVAI) devida a doenças infecciosas, e apenas 0,02% do impacto total da doença (*total burden of disease*) (Grace, Gilbert, Randolph & Kang'ethe, 2012), a importância das zoonoses em Portugal não deve ser desvalorizada.

Observemos a zoonose com maior distribuição em todo o mundo – Leptospirose (Adler & Moctezuma, 2010). Esta zoonose é considerada uma doença ocupacional a nível global, especialmente em países desenvolvidos, estando particularmente associada aos sectores de agricultura e produção animal. Em termos práticos pode afirmar-se que a sua transmissão a humanos tem sempre origem animal, e os bovinos são uma das principais espécies portadoras do agente *Leptospira interrogans* (Adler & Moctezuma, 2010). Para além dos impactos normalmente associados a presença de doenças não zoonóticas numa exploração, a presença de doenças zoonóticas constitui um problema de saúde pública, devido ao risco de doença para o Homem e a todos os custos a ela associados (OMS, 2018).

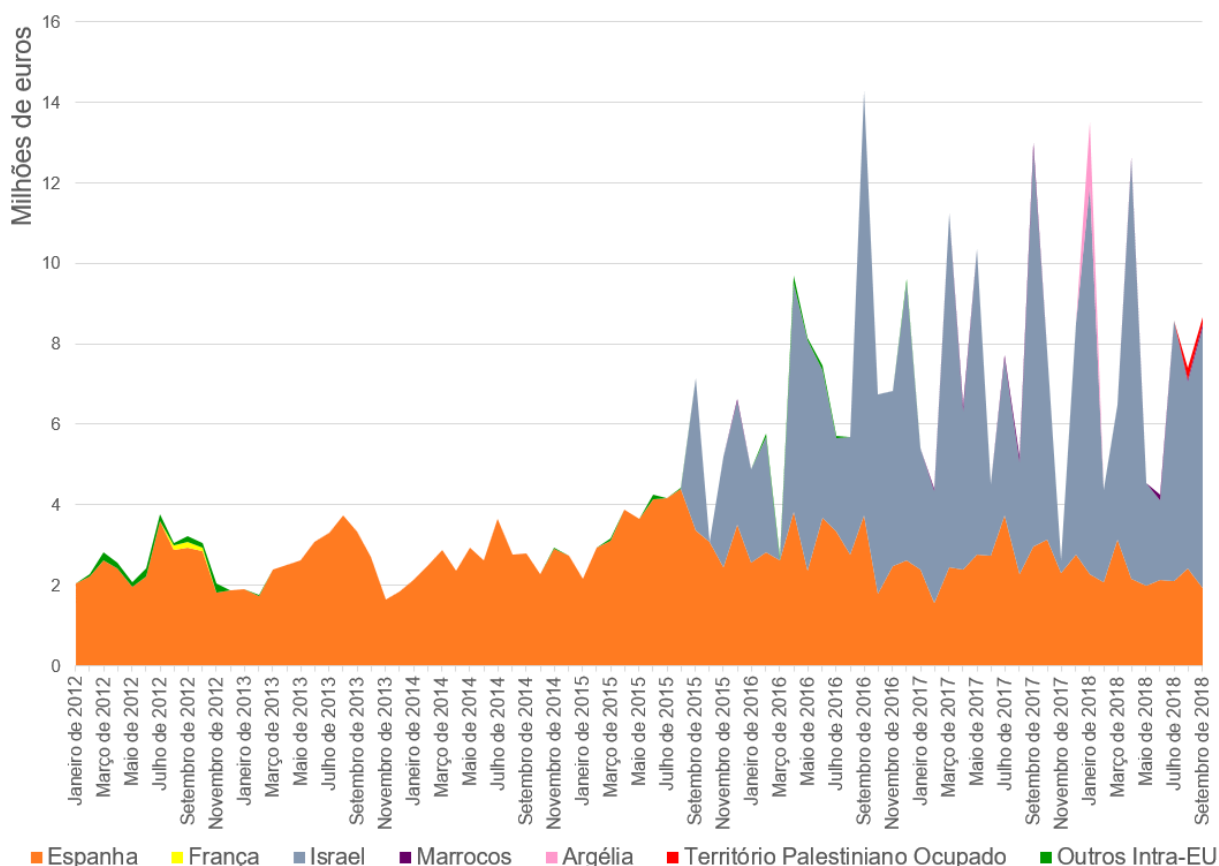
3.2.5. Comercialização de animais e produtos de origem animal

Em Portugal, a exportação de bovinos vivos tem registado um aumento substancial desde 2015, em boa parte devido ao crescimento registado nas exportações para Israel (gráfico 1). Atualmente este país não impõe barreiras à importação no que toca a doenças não regulamentadas, porém a presença de certas doenças numa exploração pode impossibilitar o acesso a mercados que apresentem exigências sanitárias relativas a tais agentes infecciosos. (IFAH, 2012; Otte & Chilonda, n.d.). Adicionalmente, a possibilidade de compradores como Israel criarem requisitos sanitários mais exigentes deve ser tida em conta, sendo que a melhor forma de assegurar a continuação ou até melhoria de trocas comerciais com outros países é a manutenção de estatuto sanitário livre deste tipo de doenças. Ao longo deste trabalho, o conceito de estatuto sanitário será usado para referenciar a presença ou ausência de determinada doença, num indivíduo ou numa exploração, confirmada por um meio de diagnóstico fidedigno.

A Argélia é exemplo de um país que requer a certificação do estatuto sanitário dos animais a importar, relativamente a doenças como Rinotraqueíte Infecciosa Bovina (RIB, ou IBR, do inglês *Infectious Bovine Rhinotracheitis*)/Vulvovaginite Pustular Infecciosa (VPI, ou IPV, do inglês *Infectious Pustular Vulvovaginitis*). A Espanha já reconheceu as limitações comerciais associadas ao estatuto sanitário para IBR, tendo já delineado um Plano Nacional de Controlo e Erradicação de IBR. Com a previsão de entrada em rigor nos primeiros meses de 2019, esta

medida nacional contribuirá para a criação de mais oportunidades de exportação no futuro do país (Carbonell & Elvira, 2018). O prejuízo indireto devido à perda de potenciais mercados por presença de doença não deve ser menosprezado, e constitui um forte incentivo à prevenção e controlo destes agentes infecciosos na exploração.

Gráfico 1 – Valores mensais de exportação (milhares de euros) de bovinos vivos provenientes de Portugal para vários mercados importadores, registados entre 2012 e 2018. (INE, I.P, 2018)



3.2.6 Transmissão de doenças infecciosas

Uma exploração bovina não é uma população isolada, e são várias as vias de transmissão pelas quais pode ocorrer disseminação de agentes infecciosos entre indivíduos e explorações (Beaunée, Vergu, Joly, & Ezanno, 2017). A transmissão de agentes infecciosos entre hospedeiros é um processo complexo que está dependente da interação entre o hospedeiro, os agentes etiológicos e o ambiente, e que é influenciado por aspetos como as fontes de infeção, as formas de excreção, as vias de transmissão e mecanismos de invasão do agente, bem como a suscetibilidade do hospedeiro (Dewulf & Van Immerseel, 2018; Houe, Ersboll, & Nielsen, 2004).

Hospedeiros, objetos ou ambiente são potenciais fontes de infecção, mas as origens dos agentes infecciosos podem ser:

- Animais doentes - indivíduos que apresentam sinais clínicos;
- Animais portadores - indivíduos que, apesar de poderem apresentar sinais clínicos, normalmente se encontram clinicamente normais. Estes animais podem estar transitoriamente ou persistentemente infectados;
- Reservatórios – espécies animais ou substâncias inanimadas (por exemplo, água), que servem de habitat para o agente etiológico e das quais o agente está dependente para a sua sobrevivência (Houe et al., 2004).

Conforme o agente etiológico, após excreção pelos aparelhos respiratório ou gastrointestinal, pelos tratos genital ou urinário ou por lesões na pele, a transmissão de infecção pode ocorrer por:

- Transmissão horizontal – entre animais da mesma geração, e está subdividida em três tipos de transmissão:
 - Transmissão direta - ocorre por contacto direto entre hospedeiros infectados e hospedeiros suscetíveis através do toque (focinho-a-focinho, por exemplo), lambedura, arranhadura, mordedura ou contacto sexual. A transmissão a curtas distâncias através de aerossóis também se inclui neste tipo de transmissão. A via de transmissão oral é direta quando o contacto direto conduz à ingestão de um agente patogénico. Na transmissão direta não está envolvido nenhum elemento intermediário, o que implica que a transmissão da infecção seja imediata a partir de um animal infectado para um animal suscetível (Center for Food Security and Public Health [CFSPH], 2016; Houe et al., 2004; Tyler, Pearson, & Hill, 2010).
 - Transmissão indireta – ocorre entre dois indivíduos e requer o envolvimento de um elemento intermediário, que pode ser um animal, um objeto ou uma substância. Este tipo de transmissão encontra-se dependente da capacidade de sobrevivência do agente patogénico no ambiente, que é bastante variável com o agente em causa. A transmissão indireta pode envolver:
 - Fómites - por exemplo materiais, equipamentos, vestuário, veículos, solo, palha, água, alimento e produtos biológicos (como leite, fezes, urina, sêmen) (Cooke & Brownlow, 2008; CFSPH, 2016; Houe et al., 2004).
 - Vetores – espécies invertebradas (como moscas, carraças) que transportam agentes infecciosos entre hospedeiros vertebrados. Este tipo de transmissão pode ser mecânica (o agente patogénico é apenas transportado pelo vetor) ou biológica (o agente patogénico pode multiplicar-se no vetor) (CFSPH, 2016; Houe et al., 2004; Tyler et al., 2010).

A via de transmissão oral também pode ser indireta, quando o processo de ingestão de um agente etiológico envolve fómites ou vetores, como é exemplo a via de transmissão fecal-oral (Dewulf & Immerseel, 2018). A via iatrogénica também é indireta, visto envolver a mão humana e (frequentemente) fómites na transmissão de agentes patogénicos (Dewulf & Immerseel, 2018).

- Transmissão aérea – ocorre através de pequenas partículas (aerossóis microbianos ou partículas de pó que contêm microrganismos), que conforme o seu tamanho podem permanecer no ar por períodos de tempo variáveis, o que permite que o agente patogénico seja transmitido entre distâncias variáveis (Cooke & Brownlow, 2008; Houe et al., 2004; Tyler et al., 2010).

- Transmissão vertical – entre animais de diferentes gerações, incluindo a transmissão transovária, *in utero* e durante o parto. (Cooke & Brownlow, 2008; Dewulf & Van Immerseel, 2018; Houe et al., 2004). Alguns autores consideram transmissão vertical a transmissão que ocorre durante o período neonatal, por exemplo através da ingestão de um agente etiológico via colostro, embora tecnicamente estas vias representem formas de transmissão horizontal (Dewulf & Van Immerseel, 2018).

Para que ocorra infeção após invasão do organismo, é necessário que o número de agentes etiológicos viáveis exceda a dose infetante, e é importante reconhecer que a ocorrência de infeção não é sinónimo de doença (Dewulf & Van Immerseel, 2018; Houe et al., 2004). As mesmas vias de transmissão podem ser partilhadas por vários agentes infecciosos, uma característica da qual se pode tirar partido aquando da implementação de medidas de controlo, visto que determinada medida pode ser útil no controlo de mais do que uma doença (Dewulf & Van Immerseel, 2018).

Atualmente verifica-se um crescente reconhecimento da importância e vantagens associadas à prevenção, controlo e erradicação de doenças infecciosas, e tal objetivo pode ser atingido recorrendo a diferentes métodos (Van Schaik et al., 2002; Wells, 2000). Sem dúvida que os avanços tecnológicos nas áreas da vacinação, farmacologia terapêutica e métodos de diagnóstico têm melhorado imensamente a capacidade de controlo de doenças animais ao longo dos anos. No entanto, com a existência de vacinas e tratamentos eficazes prontamente disponíveis para uso em medicina veterinária, é possível que sejam descurados outros componentes relevantes para o controlo de doenças – componentes como a biossegurança. (Dargatz, Garry & Traub-Dargatz, 2002).

3.3. Biossegurança

Biossegurança é um termo comumente utilizado para descrever um conceito bastante simples de prevenção de doenças (Sayers, 2014b). A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) define biossegurança como: “Uma abordagem estratégica e integrada que engloba as estruturas políticas e regulamentares (incluindo instrumentos e atividades) que analisam e gerem riscos nos sectores de segurança dos alimentos, sanidade e vida animal, e sanidade e vida das plantas, incluindo os riscos ambientais associados. O conceito de biossegurança abrange todas as medidas que reduzem o risco de introdução e/ou disseminação de agentes de doença” (FAO, 2010, p.3). No âmbito da produção animal e medicina veterinária, Dewulf e Van Immerseel (2018) definem biossegurança como a combinação de todas as medidas implementadas para reduzir o risco de introdução e disseminação de agentes de doenças.

O conceito de biossegurança pode ser aplicado a vários níveis – a nível nacional, regional, da exploração animal ou até mesmo em animais individuais - mantendo sempre o objetivo de prevenir a introdução e/ou propagação de doenças entre diferentes áreas (Dewulf & Van Immerseel, 2018). Com foco na exploração, biossegurança pode ser definida como todas as práticas de manejo que reduzem a oportunidade de introdução de agentes infecciosos numa exploração animal, e que minimizam a sua disseminação dentro da mesma (Thrusfield, 2007; Tyler et al., 2010). Biossegurança pode ser dividida em duas componentes, nomeadamente bioexclusão e biocontenção. A bioexclusão, também denominada biossegurança externa, corresponde às medidas preventivas (estratégias de redução de risco) desenvolvidas para evitar a introdução de agentes infecciosos. A biocontenção, ou biossegurança interna, corresponde às medidas que limitam a transmissão de perigos infecciosos dentro da exploração e potencial disseminação para outras explorações (Brennan & Christley, 2012; Mee, Geraghty, O'Neill, & More, 2012; Wells, 2000).

A prevenção e controlo de doenças tem por base a implementação de medidas de biossegurança eficazes, que devem por isso constituir os alicerces de qualquer programa de controlo de doenças (Dewulf & Van Immerseel, 2018; Laureyns, Ribbens & de Kruif, 2010). A importância da biossegurança a nível da exploração já foi reconhecida internacionalmente, estando enfatizada na Estratégia Comunitária de Saúde Animal para 2007-2013: “Prevenção é melhor que cura” (Comissão Europeia, 2007). De facto, a temática da redução do uso de antimicrobianos está na ordem do dia, com a publicação em 2017 das normas de orientação da OMS para o uso de antimicrobianos medicamente importantes em animais de produção. Estas recomendações visam contribuir para a preservação da eficácia dos antimicrobianos utilizados em medicina humana e a redução do seu uso inadequado em medicina veterinária (OMS, 2017). A adicionar à aposta na prevenção de doenças em produção recorrendo à biossegurança surge o Regulamento (UE) nº 429/2016, conhecido como “Lei da Saúde

Animal”, que será aplicado a partir de 21 de abril de 2021. Na Lei da Saúde animal destaca-se a criação de regras mais simples, claras e harmonizadas com foco na prevenção e erradicação de doenças animais, clarificando as responsabilidades dos vários intervenientes na produção animal – produtores, médicos veterinários e autoridades veterinárias nacionais – no que toca à adoção de estratégias de biossegurança e utilização prudente e responsável de medicamentos veterinários.

3.3.1. Recomendações de biossegurança

As recomendações de biossegurança aplicáveis a explorações animais atualmente disponíveis são bastante diversificadas, tanto no tipo de produção a que se destinam como no tipo de bibliografia em que se encontram. Após revisão de 60 publicações, o tipo de bibliografia identificada inclui artigos científicos *peer-reviewed* e vários tipos de publicações pertencentes à categoria de literatura cinzenta (bibliografia não convencional) – teses e dissertações, guias e manuais de boas práticas, documentos de cariz educativo e documentos oficiais não publicados comercialmente. Os autores destas publicações incluem entidades como organizações governamentais, universidades, associações de médicos veterinários, produtores, e outros *stakeholders* em produção animal.

Para melhor compreender a origem da informação de biossegurança obtida, as fontes bibliográficas revistas foram categorizadas em três grandes grupos:

- Recomendações constantes em livros ou artigos científicos;
- Recomendações oficiais/governamentais de diversos países, tais como Reino Unido, Canadá, República da Irlanda e Estados Unidos da América;
- Recomendações providenciadas por outras entidades associadas à produção animal: documentos educativos desenvolvidos por universidades, associações de médicos veterinários, produtores e outras partes interessadas que muitas vezes desempenham um papel intermediário entre organismos oficiais e o sector da produção animal.

Tal como o funcionamento e as condições de manejo de uma exploração variam com a espécie animal e o sistema de produção em causa (extensivo/intensivo), também a exequibilidade das várias medidas de biossegurança pode variar com estes parâmetros. Tendo este pressuposto em mente, a bibliografia revista foi dividida em quatro categorias adicionais:

- Biossegurança geral, sem especificação das espécies animais ou sistemas de produção abordados, ou abrangendo várias espécies ou sistemas de produção;

- Biossegurança para explorações de bovinos em geral, sem definição do fim produtivo nem do sistema de produção abordados, ou abrangendo as explorações de bovinos de produção de leite, carne e/ou mistas;
- Biossegurança para explorações de bovinos de carne, sem especificação do sistema de produção abrangido;
- Biossegurança para explorações de bovinos de carne em regime extensivo.

A bibliografia categorizada é apresentada em baixo, na tabela 1.

Tabela 1 – Divisão do número total de publicações revistas, com base nas espécies e/ou sistemas de produção às quais é aplicável a biossegurança abordada, e consoante a origem das recomendações de biossegurança

Tipo de biossegurança \ Tipo de bibliografia	Artigos científicos	Oficiais/ governamentais	Entidades associadas a produção animal	Total
Geral/ várias espécies	6	8	6	20
Bovinos geral	11	2	6	19
Bovinos carne	3	1	8	12
Bovinos carne extensivo	6	1	2	9
Total	26	12	22	60

Com base no estudo destas fontes bibliográficas foram reunidas as recomendações de biossegurança aplicáveis a explorações animais, com particular foco em bovinos de carne em extensivo, estando organizadas nos seguintes tópicos: introdução de efetivo; contactos com outros animais; veículos e equipamentos; pessoas; alimentos, água e outros abastecimentos; gestão de resíduos e cadáveres; e sanidade animal.

3.3.1.1. Introdução de efetivo

3.3.1.1.1. Reposição com animais externos

A manutenção de uma manada fechada - com autorrenovação do efetivo e sem introdução de bovinos externos – representa talvez a medida de biossegurança mais importante a implementar, pois elimina o risco de transmissão direta de infeções a partir de novos animais (Bennett, McClement & McFarlane, 2012; Ezanno, Fourichon, Beaudeau & Seegers, 2006; Mee et al., 2012; Nielsen & Toft, 2011; Tyler et al., 2010). Ainda que a manutenção de uma manada totalmente fechada seja uma meta por vezes difícil de atingir no contexto produtivo de bovinos de carne, as explorações devem trabalhar no sentido de se tornarem num sistema de produção fechado assim que essa opção torne exequível (Wells et al., 2002).

3.3.1.1.2. Seleção dos animais a introduzir

A possibilidade de manter uma taxa de reposição nula com animais externos não está ao alcance de todas as explorações bovinas. Nos casos em que se torna necessário adquirir animais externos, os riscos associados irão depender do conjunto de doenças que o produtor pretende controlar na manada, e do estatuto sanitário da própria exploração para esse conjunto de doenças. Aquando da escolha das doenças a controlar, devem ser ponderados aspetos como a dinâmica de transmissão da doença, as potenciais consequências económicas e sanitárias resultantes da presença da doença, e se existem medidas de controlo implementáveis caso ela seja introduzida – tratamento ou vacinação, por exemplo (Wells et al., 2002). Estando este conjunto de doenças bem definido, podem ser aplicadas as medidas adequadas para mitigar ou minimizar os riscos de introdução de indivíduos que transmitam novas infeções ao efetivo, ou de indivíduos que contribuam para a manutenção de infeções que, apesar de estarem presentes na exploração, se pretendem controlar no efetivo. O aconselhamento com um médico veterinário para o desenvolvimento de protocolos de seleção das origens das novas introduções e dos próprios animais a introduzir, é uma excelente prática para que sejam feitas escolhas da forma mais segura do ponto de vista sanitário (Wells & Wagner, 2000).

Sempre que possível, o produtor deve reduzir ao mínimo o número de animais a introduzir e o número de explorações de onde obtém tais animais (Kuster, 2013; Mee et al., 2012; Wells, 2000). Entre compradores e vendedores, ou entre veterinários das explorações, devem ser discutidos aspetos como a dimensão da exploração de origem, que tipo de práticas de biossegurança são aplicadas, se existe algum tipo de programa da vacinação e testagem de doenças na manada, os registos de doenças infecciosas (quando existentes), e o seu estatuto sanitário relativo às doenças que o produtor pretende controlar – que na manada, quer no(s) indivíduo(s) que se pretende(m) introduzir na exploração (Ondrak, 2016; Sanderson & Gnad, 2002). Sempre que possível, deve optar-se por origens e animais com um estatuto sanitário igual ao superior ao da própria exploração, e deve evitar-se a compra de animais de reposição a partir de origens desconhecidas ou com estatuto sanitário das doenças desconhecido (Benjamin et al., 2010; Brennan & Christley, 2012; Lindberg & Alenius, 1999; Wells & Wagner, 2000; Teagasc, 2016). Em doenças cujos meios de diagnóstico individuais são pouco fidedignos, como a Paratuberculose, destaca-se a importância do estatuto sanitário das explorações de origem, pois a testagem da manada é um método mais fiável do que a testagem de bovinos para identificar a presença de doença (Beaunée et al., 2017).

Em todo o caso, a testagem dos animais a introduzir é uma prática que nunca deve ser menosprezada, ganhando particular importância nos animais provenientes de explorações com estatuto sanitário desconhecido (Benjamin et al., 2010; Bitsch & Rønsholt, 1995; Künzler et al., 2014; Sanderson & Gnad, 2002; Smith, Sanderson, Renter, Larson & White, 2010). No

conjunto de animais a testar, devem ser também incluídos todos os vitelos nascidos de vacas introduzidas na exploração já gestantes (Lindberg, Stokstad, Løoken, Alenius & Niskanen, 2004; Smith & Grotelueschen, 2004). Devem ser testadas as doenças sob controlo ou prevenção na manada, e aquando da escolha dos testes diagnósticos a utilizar, devem ter-se em conta as características dos testes como o custo, especificidade, sensibilidade, vantagens, desvantagens (riscos) e tempo de espera pelos resultados. (Wells et al., 2002). Aquando da interpretação dos resultados, é importante ter em conta a especificidade e sensibilidade do teste utilizado, o estatuto sanitário da exploração de origem, a história do animal e o seu estado físico. Para tal, a inspeção dos bovinos antes da compra, feita pelo produtor ou, idealmente, por um médico veterinário, pode auxiliar na tomada de decisão (Sanderson & Gnad, 2002; Sayers et al., 2013; Shortall et al., 2017).

No entanto, várias doenças podem ser introduzidas na manada por portadores assintomáticos de agentes etiológicos. Este cenário é observado, por exemplo, na Paratuberculose (Puerto-parada et al., 2018), e na IBR (Raaperi, Orro & Viltrop, 2014). Desta forma, aspetos como a idade, género e condição fisiológica dos animais introduzidos podem ser indiciadores da suscetibilidade dos indivíduos a dado agente, assim como do número e tipo de contactos que podem ter ocorrido previamente à sua entrada na exploração, pelo que devem ser considerados no processo de seleção de animais a introduzir (Ezanno et al., 2006). Desta forma, não adquirir fêmeas gestantes (Ellison et al., 2011; Sarrazin, Brigitte, Laureyns, & Dewulf, 2014a) e optar pela reposição de bovinos reprodutores do efetivo com animais virgens (Mee et al., 2012; University of Nebraska-Lincoln [UNL], 2003) são duas medidas de biossegurança que podem prevenir a entrada de certas doenças na exploração.

3.3.1.1.3. Quarentena

Tendo em conta os riscos sanitários relacionados com a introdução de efetivo, a realização de quarentena dos novos animais é uma medida de biossegurança com múltiplas vantagens para o controlo e prevenção de doenças na exploração (Mee et al., 2012; O'Doherty, Berry, O'Grady & Sayers, 2014).

Quarentena pode ser definida como o isolamento de bovinos numa área que previne o contacto direto com outros animais, a partilha de água e alimento ou a possibilidade de contaminação cruzada com resíduos animais. Idealmente, a área designada para isolamento deve estar próxima da entrada da exploração e a uma distância de pelo menos três metros dos restantes animais (Department of Agriculture and Rural Development Northern Ireland [DARDNI], 2004; Nold, Smith, & Brumm, 2004; Sanderson et al., 2000; Tyler et al., 2010). Existem diversas práticas que podem ser realizadas durante o período de quarentena (Bitsch & Rønsholt, 1995; Bovine Alliance on Management and Nutrition [BAMN], 2001; Duncan,

1990; Taylor, Clement, Griffin & Lechtenberg, 2005), contudo a sua execução está dependente dos objetivos de biossegurança e do rigor do produtor.

O tempo de quarentena permite que doenças clínicas em período de incubação, caso estejam presentes, manifestem sintomas antes de adicionar os novos animais à restante manada. Assim sendo, o exame clínico e observação dos bovinos é um procedimento essencial a realizar ao longo deste período, permitindo reconhecer sinais clínicos de doenças que não tenham sido identificadas previamente (Ferreira et al., 2017; Sanderson et al., 2000). A duração da quarentena é um dos aspetos de biossegurança onde se encontrou maior variabilidade na bibliografia analisada. Na comparação de recomendações de biossegurança feita por Moore, Merryman, Hartman e Klingborg (2008), verificou-se que o período de isolamento recomendado para bovinos de carne variava entre os 14 e 60 dias. A recomendação-padrão é de 21 a 30 dias, um período que permite a manifestação da maioria das doenças, contudo a decisão quanto ao tempo de isolamento está dependente das doenças que se pretendem controlar. Há que ter em consideração que a quarentena não é a medida de biossegurança eficaz para doenças com períodos de incubação longos (Cooke & Brownlow, 2008; Wells et al., 2002). Desta forma, uma medida de prevenção adicional consiste na testagem dos animais para as doenças sob controlo na exploração durante o período de quarentena, bem como dos vitelos de fêmeas que foram introduzidas gestantes na manada (Nold et al., 2004; Sanderson & Gnad, 2002; Smith et al., 2010). Para prevenir a introdução de agentes infecciosos indesejados na exploração, é fundamental a análise dos resultados dos testes antes de juntar novos indivíduos ao restante efetivo, tendo sempre em conta na interpretação dos resultados obtidos a sua sensibilidade e especificidade (Benjamin et al., 2010; Dubey et al., 2007; Sanderson et al., 2000; Sibley, 2014; Smith et al., 2010).

Após diagnóstico, deve proceder-se ao tratamento do animal antes de o juntar ao restante efetivo (BonDurant, 2007; Sanderson & Gnad, 2002). No entanto, esta opção requer a existência de uma terapêutica que elimine eficazmente o agente patogénico, e que em simultâneo compense o investimento feito no animal em causa. Caso estes dois critérios não sejam cumpridos, a opção mais viável do ponto de vista sanitário e económico será a eliminação do animal da exploração (Mee et al., 2012; Parker, Loope, Mathis, Sawyer & Hagevoort, 2010; Teagasc, 2016).

3.3.1.2. Contactos com outros animais

O contacto dos bovinos da exploração com outros animais, quer sejam da mesma espécie ou de espécies diferentes, pode representar um risco de introdução de alguns agentes infecciosos. Desta forma, a análise das várias circunstâncias nas quais pode ocorrer contacto direto ou indireto entre os bovinos e outros animais, e de que forma se pode gerir o risco sanitário a

elas associado tem grande impacto no nível de biossegurança da exploração (Berghaus, Lombard, Gardner & Farver, 2005; Bitsch & Rønsholt, 1995; Wells et al., 2002).

3.3.1.2.1. Contacto direto através dos limites da exploração

A existência de uma barreira física que separa a exploração do ambiente circundante é geralmente suficiente para definir os limites da exploração, contudo pode ser insuficiente para prevenir a exposição do efetivo a animais externos. O tipo de perigos associados a tal exposição está dependente de fatores que estão muitas vezes fora do controlo do produtor, nomeadamente a localização da propriedade, características do território que a rodeia, e distância de outras explorações (Cardwell et al., 2016; van Schaik et al., 1998). É importante ter em consideração estes aspetos caso exista possibilidade de escolha da localização da exploração, pois podem trazer vantagens ou desvantagens para a sua biossegurança.

Existem também perigos sanitários associados à presença de animais na vizinhança da exploração, quer pela existência de explorações ou pastagens contíguas, quer pela presença de fauna silvática. No entanto, o peso de tais perigos no nível de biossegurança da exploração pode ser minimizado se os seus limites forem biosseguros (Jin, Schumaker, Logan & Yao, 2014; O'Doherty et al., 2014). Para tal, em primeiro lugar é necessário que os limites da exploração evitem a passagem indesejada de animais através dos mesmos, tais como a fuga de bovinos da propriedade ou a entrada de animais externos na mesma. Em segundo lugar, os limites devem ser capazes de impedir o contacto focinho-a-focinho com outros animais (CFSPH, 2016; Scottish Government, 2005).

O exemplo-padrão de limites biosseguros é a vedação dupla, surgindo repetidamente na bibliografia com a recomendação de uma distância mínima de três metros entre as duas vedações (DARDNI, 2004; Duncan, 1990; Gates et al., 2013; Laureyns et al., 2010; O'Shaughnessy et al., 2013). Vedações elétricas e até mesmo o aproveitamento de elementos naturais como zonas de arborização densa são exemplos de alternativas que também reduzem o risco de transmissão de infeções (Mee et al., 2012; Rutter, Bibby & Crawford, 2008). Ainda que a instalação de cercas biosseguras possa ser dispendiosa, este custo deve ser encarado como um investimento na prevenção de perdas futuras. A inspeção regular do perímetro da exploração e execução de reparações eventualmente necessárias são práticas úteis para garantir o bom estado de manutenção das vedações, com a vantagem de terem um baixo custo associado (Animal Health Australia [AHA], 2012; Jin et al., 2014; Scottish Government, 2005; Tyler et al., 2010).

Caso ocorra contacto indesejado entre bovinos do efetivo e outros animais a partir de animais externos, deve ser feita a re-testagem dos indivíduos para as doenças que possam ter sido transmitidas através de tal contacto (Lindberg & Alenius, 1999).

3.3.1.2.2. Partilha de espaços

O uso do mesmo espaço - como pastagens, parques, alojamentos, meios de transporte, comedouros e bebedouros - por animais de diferentes origens, da mesma ou de outras espécies, possibilita a transmissão de agentes infecciosos por vias diretas e indiretas, tais como contacto focinho-a-focinho, contacto sexual, aerossóis, oral, ambiental e por fômites (Department for Environment, Food and Rural Affairs [DEFRA], 2003).

A melhor forma de evitar os riscos associados à partilha de espaços com animais externos é impossibilitar essa mesma partilha, não permitindo que os bovinos da manada estejam em pastagens comuns ou façam pastoreio em outros locais fora a própria exploração. Parques, alojamentos ou meios de transporte não devem ser utilizados em conjunto com animais de outras origens (Campos et al., 2017; Cooke & Brownlow, 2008; Jin et al., 2014; Mee et al., 2012; Nöremark, Frössling & Lewerin, 2010). Caso estas medidas sejam impraticáveis ou o produtor deseje recorrer a pastagens, alojamentos, ou veículos partilhados com animais externos, deve sempre averiguar-se o estatuto sanitário dos animais ou das manadas que entrem em contacto com os bovinos da própria exploração (DARDNI, 2004). Esta medida requer a colaboração entre os vários produtores que usufruem dos espaços partilhados, o que torna a sua implementação mais desafiante (Collantes-Fernández et al., 2014). Caso tais indivíduos apresentem um estatuto sanitário desconhecido ou inferior ao da própria exploração, a partilha de espaços com o efetivo da exploração deve ser evitado a todo o custo (BAMN, 2001; Kuster, 2013). Nos casos em que alojamentos e meios de transporte não são usados em simultâneo com outros animais, deve proceder-se à sua limpeza e desinfeção (na medida do possível) antes da sua utilização pelo efetivo da exploração (DEFRA, 2013; Scott, 2017; Shortall et al., 2017).

Sempre que possível devem manter-se apenas animais da espécie bovina na exploração, e caso tal não seja possível, eliminar ou reduzir ao mínimo quaisquer oportunidades de contato entre animais de diferentes espécies com o efetivo bovino (Lindberg & Alenius, 1999; O'Shaughnessy et al., 2013; Teagasc, 2016; Truysers & Jennings, 2016).

3.3.1.2.3. Controlo de pragas

Roedores, lagomorfos, aves e insetos podem ser vistos como pragas na exploração, devido à sua capacidade de disseminar agentes patogénicos por contacto direto com o efetivo ou por contaminação do ambiente ou de fômites. As pragas podem ser responsáveis pela disseminação de agentes patogénicos não só dentro da exploração, mas também entre explorações, o que demonstra a importância do controlo destas populações numa exploração (Dewulf & Immerseel, 2018).

Ter um plano de controlo de pragas eficaz requer a definição das populações de pragas que se pretendem controlar, as medidas de controlo a aplicar e a manutenção de registos

atualizados do seu cumprimento na exploração. A implementação um programa de controlo de pragas é mais difícil nos espaços abertos que caracterizam os sistemas extensivos, contudo podem ser aplicadas estratégias de controlo em infraestruturas como enfermarias, alojamentos, e locais de armazenamento da exploração (Dewulf & Immerseel, 2018; Sarrazin et al., 2014b; Tyler et al., 2010; Wells et al., 2002). Se for possível, implementar estes planos em coordenação com explorações vizinhas pode auxiliar na maximização dos resultados obtidos (AHA, 2012).

3.3.1.2.4. Seleção dos animais reprodutores

A utilização de touros para cobertura das fêmeas por monta natural é uma prática corrente no contexto produtivo de bovinos de carne, o que muitas vezes envolve a entrada de animais de outras origens na exploração. O processo de seleção dos animais reprodutores externos é por norma baseado nas características fenotípicas dos indivíduos, sendo por vezes negligenciada a investigação do seu estatuto sanitário para as doenças sob controlo na exploração.

A fim de eliminar os riscos associados a esta prática, não se deve recorrer a animais externos para fins reprodutivos na exploração, sendo preferível utilizar o(s) touro(s) do efetivo cujo estatuto sanitário para as doenças sob controlo seja conhecido (Kuster, 2013; Sanderson et al., 2000; Scott, 2017). Quando se torna necessário recorrer a reprodutores de outras origens, a escolha dos indivíduos deve seguir os mesmos critérios aplicados na seleção de animais repositores, constantes no subcapítulo “Introdução de efetivo”, e deve sempre fazer-se a quarentena e testagem dos animais que entrarão a propriedade (Sanderson & Gnad, 2002).

3.3.1.2.5. Maneio no retorno

A saída de bovinos da exploração torna-se por vezes necessária, para visitas a outras explorações ou para participação em feiras, leilões ou exposições. Estes eventos são uma componente importante do mercado de produção animal, contudo implicam a junção de animais de múltiplas origens no mesmo local.

Participar apenas em feiras, leilões, concursos ou exposições com estatuto sanitário alto é uma excelente medida de biossegurança, bem como reduzir ao mínimo a partilha de espaços, material, comedouros e bebedouros com outros animais durante a estadia fora da exploração (Lindberg & Alenius, 1999; Mee et al., 2012; Nold et al., 2004). Sempre que possível, deve ser utilizado um veículo próprio para transporte dos bovinos, para que não seja partilhado com animais externos (CFSPH, 2016; Ribbens et al., 2008; Sayers, Good & Sayers, 2014a). Se for preciso partilhar o meio de transporte, procurar dividi-lo com animais de explorações com estatuto sanitário semelhante ao da própria exploração, minimizando os riscos de transmissão de doenças sob controlo no efetivo. Os veículos utilizados devem estar devidamente limpos

e desinfetados, e deve evitar-se a sobrelotação de animais durante o transporte (Danish Veterinary and Food Administration [DVFA], 2015; DEFRA, 2003; Manitoba Beef Producers [MBP], 2013; Nold et al., 2004; Wells et al., 2002).

Após a saída de bovinos da exploração, a medida de prevenção ideal é definir que tais animais não retornam à exploração (Animal and Plant Health Inspection Service [APHIS], 2009; Mee et al., 2012; Van Schaik et al., 2002; Wayne, 1991). Quando se opta pelo retorno de animais, os indivíduos que regressam à manada apresentam riscos sanitários semelhantes às novas introduções no efetivo, pelo que o mesmo conjunto de medidas de biossegurança devem ser implementadas aquando da sua reentrada na exploração: quarentena com testagem para as doenças sob controlo na manada (Cooke & Brownlow, 2008; Lindberg & Alenius, 1999; Nold et al., 2004; Valle et al., 1999). Se possível, efetuar o tratamento de eventuais doenças diagnosticadas nesse período, e se não forem tratáveis, planejar a sua eliminação da exploração e não permitir qualquer tipo de contato com o restante efetivo (consultar o subcapítulo “seleção dos animais a introduzir” e “quarentena” para informação mais detalhada). O mesmo procedimento deve ser aplicado nos casos de saídas para fins reprodutivos - por exemplo, para realização de cobrições - em que o regresso dos bovinos à exploração é inevitável.

3.3.1.3. Veículos e equipamentos

Veículos, materiais e equipamentos podem atuar como fómites na transmissão de doenças - não só entre explorações, mas também entre animais da mesma exploração (Lindberg & Alenius, 1999; Wells et al., 2002; Wells & Wagner, 2000; Wolf et al., 2016).

3.3.1.3.1. Circulação de veículos externos

O produtor deve recorrer a veículos próprios da exploração sempre que possível, evitando o uso de veículos externos pertencentes a outras explorações ou a partilha de meios de transporte (próprios ou de outrem) com outras explorações (Ferreira, 2010; Sayers et al., 2014b; Scott, 2017; Wells et al., 2002).

Nas ocasiões em que é necessária a entrada de veículos externos na exploração, especialmente os tipos de veículos que visitam várias explorações – por exemplo veículos de distribuição de alimentos e outros abastecimentos, e especialmente veículos de recolha de cadáveres – apenas deve ser permitido acesso a áreas restritas da propriedade, nomeadamente zonas que não possibilitem o contato (direto ou indireto) de tais veículos com o efetivo animal (Iowa Beef Industry Council [IBIC], n.d.; Parker et al., 2010). Posto isto, os diferentes espaços da exploração devem ser pensados e definidos de maneira a minimizar movimentações desnecessárias de veículos, em especial os externos, pela mesma (Brennan & Christley, 2012; Kuster, 2013; Moore et al., 2008; Parker et al., 2010). Se possível, designar

uma área próxima da entrada da exploração para estacionamento de veículos e realização de cargas e descargas (Gates et al., 2013; Nöremark et al., 2010; Sarrazin et al., 2014a; Scott, 2017; Whittier, 2002). Adicionalmente, sempre que a saída do condutor é desnecessária este deve permanecer na viatura durante a visita à exploração (Cooke & Brownlow, 2008; CFSPH, 2016; Lindberg & Alenius, 1999; Wells et al., 2002).

3.3.1.3.2. Material e equipamento usado na exploração

O material e equipamento usado na exploração, tal como no caso dos veículos, deve ser de uso exclusivo na mesma (Sibley, 2014; Taylor et al., 2005). Desde facas de casco, material de descorna e máquinas tosquiadoras até ao equipamento doseador, equipamento veterinário e material de injeção, todos representam um potencial risco de transmissão de agentes infecciosos quando utilizados em animais são após utilização em animais infetados (Ferreira, 2010; Niskanen & Lindberg, 2003; Teagasc, 2016; Tyler et al., 2010; Wells et al., 2002). Para além de manter o conjunto de material e equipamento próprio da exploração, se possível deve criar-se um conjunto diferente para cada grupo de animais na exploração, sendo particularmente importante não usar o mesmo material e equipamento entre animais doentes e animais são (CFSPH, 2016; DEFRA, 2013; Nold et al., 2004; Sanderson et al., 2000).

3.3.1.3.3. Limpeza e desinfeção

A limpeza e desinfeção de material, equipamentos e meios de transporte de animais é uma medida de prevenção de transmissão de doenças já há muito reconhecida, representando uma componente essencial na prevenção da persistência e disseminação de agentes patogénicos (Dewulf & Immerseel, 2018). A limpeza e desinfeção envolve o uso de processos químicos ou físicos para a redução, remoção, inativação ou destruição de microrganismos patogénicos (Dewulf & Immerseel, 2018; Tyler et al., 2010). Por este motivo deve ter-se em atenção a manutenção do material e equipamento limpo, idealmente entre utilizações em diferentes animais (BAMN, 2001; Bennett et al., 2012; DEFRA, 2012a; Wayne, 1991; Wells et al., 2002). Uma limpeza correta não deve ser descurada, visto que inclui métodos físicos de remoção de matéria orgânica e de biofilmes (quando existentes) que potenciam a exposição dos microrganismos aos efeitos dos desinfetantes. Embora seja difícil atingir um nível de total esterilidade, a execução de um método adequado de desinfeção após limpeza irá garantir a eliminação de grande parte dos agentes infecciosos (AHA & Plant Health Australia [PHA], 2014; Brennan & Christley, 2012; Dewulf & Immerseel, 2018; Moore et al., 2008; Tyler et al., 2010). Para instrumentos de maior risco, como é o caso algum equipamento veterinário cirúrgico e material de injeção, as práticas preventivas ideais consistem em não partilhar este tipo de equipamento com outras explorações e efetuar a sua limpeza e esterilização entre usos em diferentes indivíduos (DARDNI, 2004; DEFRA, 2003; Mee et al., 2012; Nold et al., 2004;

Sayers et al., 2013). Em procedimentos que requerem o uso de agulhas, deve reduzir-se ao mínimo o número de animais por agulha utilizada, sob risco de transmissão iatrogénica de certos agentes (IBIC, n.d.; Niskanen & Lindberg, 2003; Sahin et al., 2017; Valle et al., 1999). Para que o trabalho realizado a limpar e desinfetar o material, equipamento e veículos não seja desperdiçado, é importante que os locais onde são mantidos estejam também limpos e relativamente protegidos de eventual contaminação a partir do ambiente (AHA & PHA, 2014). Caso o produtor considere inexequível a limpeza e desinfecção de materiais e equipamentos após utilização em cada animal, deve fazê-lo entre utilizações em diferentes grupos de animais, especialmente antes do seu uso em animais sãos após utilização em animais doentes (Johnson-Ifearewande & Kaneene, 1998; Obasanjo, Grohn & Mohammed, 1997; Wells et al., 2002). Se esta prática ainda for considerada impraticável, deve pelo menos ser garantida a limpeza com uma regularidade que evite a acumulação de sujidade. Se, por exemplo, é necessário utilizar o mesmo material ou equipamento para manejo de fezes e de alimentos, deve garantir-se a sua limpeza após contacto com fezes e antes do seu contacto com produtos destinados à alimentação dos animais (Parker et al., 2010; Sanderson et al., 2000; Scott, 2017; Wells & Wagner, 2000; Wolf et al., 2016).

3.3.1.4. Pessoas

Os vários indivíduos que frequentam determinada exploração podem ser agrupados em diferentes grupos, conforme o risco associado à sua presença na exploração. No grupo de menor risco estão incluídas as pessoas que apenas frequentam certa exploração – o produtor e os trabalhadores exclusivos da exploração – e os visitantes ocasionais que não estão associados a produção animal. O grupo de maior risco inclui indivíduos que visitam regularmente múltiplas unidades de produção animal, normalmente por motivos profissionais, tais como médicos veterinários, trabalhadores de várias explorações em simultâneo, e condutores de veículos de distribuição ou recolha (Dewulf & Immerseel, 2018; Raaperi, Nurmoja, Orro & Viltrop, 2010; Wells et al., 2002).

3.3.1.4.1. Circulação de visitantes

O número de pessoas externas com acesso à exploração deve ser reduzida ao mínimo (AHA, 2012; Cooke & Brownlow, 2008; Kuster, 2013), e a circulação de visitantes deve ser restrita a locais aos quais os bovinos não têm acesso, exceto quando o contacto com os animais seja estritamente necessário – por exemplo, visitas de médicos veterinários para procedimentos médicos (AHA & PHA, 2014; Brennan & Christley, 2012; DEFRA, 2003; Kuster, 2013; Moore et al., 2008; Wells et al., 2002).

3.3.1.4.2. Regras de higiene, limpeza e biossegurança

É essencial que o produtor compreenda que, para além de delinear quais as regras de higiene, limpeza e biossegurança que deseja implementar na exploração, é também da sua responsabilidade garantir que estas são cumpridas - quer por parte dos seus trabalhadores quer por parte dos seus visitantes. (Buhman, Dewell & Griffin, 2007; CFSPH, n.d.; MBP, 2013; Sarrazin et al., 2014a; Wells et al., 2002).

Uma prática de biossegurança que reduz significativamente o risco de introdução e disseminação de doenças através de pessoas consiste na disponibilização de vestuário e calçado de uso exclusivo na exploração (AHA & PHA, 2014; Laureyns et al., 2010; MBP, 2013; Teagasc, 2016; Sibley, 2014). Como já foi mencionado anteriormente, é importante garantir que este tipo de material se encontra limpo (e quando possível, desinfetado) antes da sua utilização junto dos animais. Disponibilizar protetores de vestuário e calçado descartáveis é uma boa alternativa, em especial para visitantes ocasionais da exploração (CFSPH, 2016; DEFRA, 2003; Moore et al., 2008; van Schaik, Schukken, Nielen, Dijkhuizen & Benedictus, 2001; Van Schaik et al., 2002).

Aquando da sua chegada, os visitantes devem ser informados acerca das regras de higiene, limpeza e biossegurança a cumprir, bem como quais as áreas às quais podem aceder na exploração. A distribuição de *posters* ou sinais com avisos/lembretes em pontos estratégicos da propriedade podem ser incentivos eficazes ao cumprimento destes procedimentos (Buhman et al., 2007; Canadian Food Inspection Agency [CFIA], 2013; Cooke & Brownlow, 2008 IBIC, n.d; MBP, 2013). Assegurar que os trabalhadores executam as suas funções seguindo boas práticas de higiene e biossegurança será um dos aspetos mais relevantes no controlo e prevenção de doenças a nível da exploração. Para tal, é fulcral que a formação dos funcionários englobe a execução destas boas práticas, realçando a sua importância para a segurança sanitária dos animais e dos próprios trabalhadores (Anderson, 2009; CFIA, 2013; DARDNI, 2004; Scottish Government, 2005; UNL, 2003).

3.3.1.5. Alimentos, água e outros abastecimentos

Numa exploração, a qualidade de recursos como a água e alimentos – excluindo desta definição o alimento obtido em pastoreio - deve ser assegurada antes de permitir o seu consumo pelos bovinos. Assim sendo, a escolha dos locais de origem de rações, feno, forragens e palha deve ter em consideração a capacidade destes fornecedores de comprovar a qualidade dos seus produtos (Anderson, 2009; BAMN, 2001; IBIC, n.d). Para além desta medida, a inspeção dos produtos no momento da entrega não deve ser descurada, procurando indícios de contaminantes ou outras não conformidades com o que foi encomendado (AHA, 2012; Wells et al., 2002).

3.3.1.5.1. Armazenamento de abastecimentos

Antes de mais, deve existir na propriedade um ou mais locais designados para o armazenamento de abastecimentos como alimento concentrado, feno, forragem e palha, e devem ser utilizados para esse efeito (CFIA, 2013; CFSPH, 2016; DARDNI, 2004). Estes locais devem ser mantidos limpos e secos (AHA, 2012; Kuster, 2013), e devem ser inacessíveis aos animais da exploração – incluindo outras espécies, como cães e gatos - ou a pragas - como roedores e aves (Gates et al., 2014; Mee et al., 2012; Parker et al., 2010; Scottish Government, 2005). Idealmente, a sua localização deve facilitar o processo de armazenamento de abastecimentos após descarga na exploração, e dificultar o seu acesso por animais (Gates et al., 2013; Nöremark et al., 2010; Sarrazin et al., 2014a; Scott, 2017). A inspeção regular dos abastecimentos armazenados permite verificar se existem indícios de presença de pragas nos locais de armazenamento, e garantir que continuam a ser sanitariamente seguros para os animais – por exemplo, ausência de bolor ou fezes de roedores (AHA, 2012; Dewulf & Van Immerseel, 2018; Wells et al., 2002). O recurso a silos para armazenamento de rações é uma excelente forma de armazenamento (Ferreira, 2010), embora quaisquer instalações que cumpram os critérios acima descritos sejam opções adequadas em termos de biossegurança.

3.3.1.5.2. Controlo de qualidade da fonte de água

Os riscos associados à água para consumo dos bovinos sofrem uma grande redução quando a exploração utiliza uma fonte de água controlada (BAMN, 2001; Sayers et al., 2014a; Scottish Government, 2005). Em explorações que recorrem a fontes de água não controladas, torna-se necessário realizar regularmente a testagem das águas para potenciais contaminantes infecciosos, a fim de garantir que água fornecida aos animais é sanitariamente segura (Dewulf & Van Immerseel, 2018; MBP, 2013; Wells et al., 2002).

Para além de assegurar a qualidade da fonte de abastecimento de água da exploração, é importante impossibilitar o acesso do efetivo a outras fontes de água não controladas. Exemplos incluem lagos, barragens ou outros pontos de acumulação de água estagnada, assim como cursos de água que a montante da exploração atravessam outras explorações (Bennett et al., 2012; Fávero et al., 2017a; O'Doherty et al., 2014; Pimenta et al., 2014; UNL, 2003). Caso estes tipos de fontes de água se encontrem em áreas da exploração às quais os animais têm acesso, pode recorrer-se à sua vedação para evitar o contacto dos animais com água potencialmente contaminada (Gates et al., 2013; Scott, 2017; Teagasc, 2016).

3.3.1.5.3. Contaminação dos comedouros e bebedouros com fezes

Ainda que a prevenção e controlo do estado dos comedouros e bebedouros possa ser considerada mais difícil em sistema extensivo, devem ser reunidos esforços para minimizar

este tipo de contaminação através de uma limpeza regular (CFIA, 2013; Cleere, Gill & Dement, 2008; Duncan, 1990; Taylor et al., 2005). Medidas como a instalação de comedouros e bebedouros a uma altura que dificulte a sua conspurcação com fezes e realizar a sua limpeza regular, contribuem para a manutenção dos alimentos e água limpos, seguros e livres de contaminantes (Faries, Roussel, Thrift, Gill & Magee, 2002; O'Doherty et al., 2014; Scott, 2017; Scottish Government, 2005; Wells et al., 2002). Caso existam na exploração outras espécies domésticas, devem ser disponibilizados comedouros e bebedouros para uso exclusivo de bovinos, impossibilitando o seu acesso por parte dos restantes animais (Bovicare, 2015; Truysers & Jennings, 2016; Teagasc, 2016). Se possível, devem designar-se comedouros e bebedouros diferentes para animais jovens e animais mais velhos (Benjamin et al., 2010). O equipamento utilizado para manejo de fezes não deve ser o mesmo equipamento utilizado para manejo de alimentos (Faries et al., 2002; Sanderson et al., 2000; Scott, 2017). Se for inevitável o uso do mesmo equipamento para ambas as práticas, deve ser feita a limpeza e desinfecção do material contaminado com fezes antes do seu uso para manejar alimentos (Parker et al., 2010; Scott, 2017; Wells & Wagner, 2000; Wolf et al., 2016).

3.3.1.6. Gestão de resíduos e cadáveres

De uma forma geral, a presença de matéria orgânica em decomposição – resíduos (incluindo estrume e chorume) ou cadáveres – cria um meio propício à multiplicação e/ou acumulação de múltiplos organismos, incluindo agentes infecciosos (MBP, 2013). Assim sendo, a gestão de resíduos e cadáveres levada a cabo numa exploração impactará inevitavelmente o seu nível de biossegurança (CFIA, 2013).

3.3.1.6.1. Uso e armazenamento de estrume ou chorume de outras origens

A não aplicação de estrume ou chorume de origem externa - independentemente de ser proveniente de outros bovinos ou de outras espécies animais - é a medida preventiva ideal para evitar por completo os riscos sanitários associados a esta prática (Sarrazin et al., 2014a; Sayers et al., 2014a; Sibley, 2014).

Ao aplicar de estrume ou chorume de outras origens, deve optar-se por distribuí-lo em áreas às quais os animais não tem acesso, preferencialmente a uma distância mínima de 500 metros dos animais. Por exemplo, aplicar estes fertilizantes em terreno arável em vez de terreno de pastoreio minimiza o risco de infeção via fecal-oral a partir do estrume (Cooke & Brownlow, 2008; Faries et al., 2002; Scott, 2017). Se estes fertilizantes forem aplicados em terrenos designados para pastagem, deve definir-se um período de repouso, idealmente superior a 12 meses, antes de permitir o acesso dos animais a tais pastagens (DARDNI, 2004; Duncan, 1990; Bennett et al., 2012). Este tempo de descanso permitirá a inativação de potenciais agentes presentes no estrume ou chorume, tornando as áreas fertilizadas seguras para

ocupação pelo efetivo. Antes da sua distribuição, o estrume ou chorume devem ser mantidos num local designado para o seu armazenamento, que deve ser inacessível aos animais da exploração (Anderson, 2009; Berghaus et al., 2005; Wells et al., 2002).

3.3.1.6.2. Gestão de cadáveres

O tempo de permanência de animais mortos nas zonas frequentadas pelo restante efetivo deve ser reduzido ao mínimo, a fim de diminuir os riscos associados ao contacto direto ou indireto de animais suscetíveis com esta potencial fonte de agentes infecciosos (Dewulf & Van Immerseel, 2018; IBIC, n.d.). Para tal, a exploração e a manada devem ser regularmente monitorizadas, permitindo deteção e remoção rápida de cadáveres que possam existir na propriedade (CFSPH, 2016; Sayers et al., 2014b; Scott, 2017). Idealmente, o material e equipamento utilizado para recolha e manuseio de cadáveres não deve ser utilizado em outras áreas de produção, e caso esta medida não seja possível, deve sempre proceder-se à sua limpeza e desinfeção antes de ser usado para outros propósitos (MBP, 2013; Villarroel et al., 2007; Whittier, 2002). Após serem retirados das zonas de produção, a necrópsia dos cadáveres pode fornecer informação útil na definição de causa de morte (IBIC, n.d.; Parker et al., 2010; Wells et al., 2002). Seguidamente, os cadáveres devem ser colocados num local próprio para o seu armazenamento, ao qual se deve evitar o acesso de animais. Idealmente, esse local deve encontrar-se longe dos animais e perto da entrada da exploração, e deve ser feita a sua limpeza e desinfeção após cada utilização (CFSPH, 2016; Dewulf & Van Immerseel, 2018; Ferreira, 2010; MBP, 2013; Parker et al., 2010; Taylor et al., 2005). Esta localização é vantajosa em termos de biossegurança, porque não só evita o contacto da manada com animais mortos, como facilita o processo de recolha de cadáveres da exploração (Buhman et al., 2007; Dewulf & Van Immerseel, 2018; Wells et al., 2002).

Como já foi mencionado anteriormente, tendo em conta o risco sanitário associado aos veículos de recolha de animais mortos, é importante reduzir as áreas de circulação destas viaturas ao estritamente necessário. O local de armazenamento de cadáveres deve manter-se limpo, procedendo-se à sua limpeza e desinfeção após cada recolha (DARDNI, 2004; DEFRA, 2013; Sarrazin et al., 2014a). Entre recolhas, a inspeção deste local não deve ser descurada, considerando que a presença de animais mortos na exploração pode eventualmente atrair animais externos indesejados.

3.3.1.7. Sanidade animal

3.3.1.7.1. Limpeza dos parques e dos animais

O nível de sujidade dos animais e das áreas em que são mantidos pode ser indicador do nível de higiene praticado na exploração (CFIA, 2013). Num sistema de produção em extensivo, o controlo do grau de limpeza dos bovinos é dificultado quando os animais estão a campo.

Contudo, as ocasiões em que o manejo animal requer maior proximidade ou contacto direto com os animais devem ser aproveitadas para avaliar a condição geral dos indivíduos, incluindo a sua limpeza. A acumulação excessiva de sujidade pode indicar a necessidade de melhorar as condições de higiene nas áreas de produção, e pode até mesmo indiciar a presença de alterações fisiológicas com potencial etiologia infecciosa – por exemplo, uma quantidade anormal de fezes retidas na zona perineal e membros posteriores pode ser indicador de diarreia num indivíduo (Constable, Hinchcliff, Done, & Grunberg, 2017).

De igual forma, garantir uma limpeza adequada nas áreas de produção com solo térreo pode ser visto como uma tarefa árdua ou mesmo inatingível (Johnson-Ifeorulundu & Kaneene, 1998). No entanto, devem ser reunidos esforços para evitar que as áreas com este tipo de solo retenham sujidade numa quantidade que comprometa a limpeza, bem-estar ou sanidade dos animais (O'Doherty et al., 2014; Wells, 2000). Para isso, devem retirar-se os resíduos quando estes se acumulam em excesso nestas áreas (Anderson, 2009; CFIA, 2013; Wells et al., 2002), um cenário mais provável em áreas como parques, que em comparação com áreas de pastagem podem atingir uma densidade animal maior com maior facilidade (Johnson-Ifeorulundu & Kaneene, 1998). Tendo em conta a dificuldade em manter estes locais limpos, é prudente deixar os terrenos em repouso – isto é, livres de animais durante algum tempo - antes da introdução de novos animais nos mesmos (Beef and Lamb Industry New Zealand & Deer Industry New Zealand, 2013). Cooke e Brownlow (2008), recomendam um período de repouso de 27 dias entre a saída de um grupo de animais e a entrada de um novo neste tipo de zonas de produção.

Por outro lado, caso existam na exploração zonas com infraestruturas laváveis – edifícios, parques e/ou alojamentos pavimentados - a sua limpeza e desinfeção regular não devem ser descuradas, já que estes procedimentos são mais fáceis de executar nestes locais. (MBP, 2013). No mínimo, estes espaços devem ser limpos e desinfetados entre ocupações por diferentes grupos de animais (Brennan & Christley, 2012; DEFRA, 2013; Dewulf & Van Immerseel, 2018; Sayers et al., 2014a).

3.3.1.7.2. Registos de doenças e tratamentos

Para que o controlo e prevenção de doenças seja possível, o primeiro passo consiste na testagem da manada e/ou dos bovinos para as doenças que se pretendem controlar na exploração. Os resultados permitem definir o estatuto sanitário da exploração para cada doença, e desta forma definir que tipo de gestão de risco deve ser implementado (Ellison et al., 2011). Caso a exploração esteja livre de determinado agente infeccioso, devem ser implementadas medidas de gestão do risco de introdução da doença na exploração. Por outro lado, caso a exploração seja positiva para certo agente, as principais medidas a tomar devem focar-se na gestão de risco de disseminação da doença entre animais, estando orientadas

para a diminuição da incidência e prevalência da doença e a eliminação de animais infetantes que existam no efetivo. Ainda que no segundo cenário a entrada do agente infeccioso em causa na exploração não represente um risco tão grave como no primeiro, aplicar medidas que previnam a introdução do agente na manada será sempre vantajoso para o controlo da doença (Lindberg & Houe, 2005).

O estatuto sanitário da exploração deve ser reavaliado regularmente, recorrendo a métodos de diagnóstico adequados para cada doença (Benjamin et al., 2010; Collantes-Fernández et al., 2014; Ezanno, Fourichon & Seegers, 2008; Laureyns et al., 2010; Sahin et al., 2017; Villarroel, Carpenter & Bondurant, 2004). Nos intervalos entre reavaliações, a inspeção regular dos animais pode levar à identificação de potenciais sinais clínicos, contribuindo para um diagnóstico mais rápido de certas doenças (AHA, 2012; Cleere et al., 2008; Cooke & Brownlow, 2008; Roussel et al., 2005; Sayers et al., 2014a). A título de exemplo, a informação obtida através da monitorização de parâmetros reprodutivos - ocorrência de abortos, falhas de conceção, aumento do intervalo entre partos, entre outros - pode ser útil para o reconhecimento da presença de doenças com impacto na reprodução (Byrne et al., 2017; Berghaus et al., 2005; Chiebao et al., 2015; Gonzalez-Garcia et al., 2009). Quando se confirma a presença de doença, é importante atuar rapidamente, aplicando as medidas necessárias para controlar o risco sanitário identificado. Quanto maior o tempo de espera para atuar, maior o potencial de transmissão da infeção a outros animais da exploração (Obasanjo et al., 1997). A melhor forma de garantir a execução destas práticas consiste no desenvolvimento de protocolos de monitorização, diagnóstico e tratamento específicos para as doenças que se pretendam controlar no efetivo (DEFRA, 2012a; Sahin et al., 2017). Para doenças para as quais o tratamento não é uma solução viável, devem existir protocolos de eliminação dos animais de risco para a persistência da infeção na exploração (Baltazar de Oliveira et al., 2015; Bennett et al., 2012; Laureyns et al., 2010; Sarrazin et al., 2014b). Envolver um médico veterinário neste processo é uma importante mais-valia, pois as suas competências e conhecimentos contribuem para a criação de protocolos eficazes que estejam adaptados às características da exploração e aos seus objetivos produtivos (Buhman et al., 2007; CFIA, 2013; Wells et al., 2002).

Para cada doença, devem ser mantidos registos atualizados de todos os procedimentos executados para monitorizar, diagnosticar e eventualmente tratar os animais da manada. Estes registos tornam possível consultar, sempre que necessário, a história clínica e protocolos diagnósticos e terapêuticos implementados na exploração (Duncan, 1990; IBIC, n.d.). Esta informação pode ser utilizada como comprovativo do estatuto sanitário, quer dos animais quer da manada, para as doenças que estão sob controlo na exploração (Brennan & Christley, 2012; MBP, 2013; Moore et al., 2008; Tyler et al., 2010).

3.3.1.7.3. Isolamento

A eliminação de qualquer contacto entre bovinos que se sabe estarem doentes ou serem portadores de agentes infecciosos e bovinos sãos, é uma das formas mais eficazes de prevenir a transmissão de tal agente a mais indivíduos da manada, contribuindo para o controlo da disseminação do agente infeccioso na exploração (DEFRA, 2013; Duncan, 1990; Taylor et al., 2005).

A separação dos bovinos doentes ou suspeitos de doença deve ser feita alojando-os numa área da exploração especificamente designada para isolamento destes animais (Anderson, 2009; Benjamin et al., 2010; CFIA, 2013; IBIC, n.d.; Jin et al., 2014). Tal como o espaço de quarentena, o espaço de isolamento deve localizar-se preferencialmente perto da entrada da exploração e a uma distância mínima de três metros dos restantes animais, a fim de prevenir o contacto direto com os mesmos. Não deve existir partilha de espaço físico ou ambiental, nem a possibilidade de contaminação de outras áreas de produção com os resíduos resultantes da área de isolamento (DARDNI, 2004; Mee et al., 2012; Nold et al., 2004; Sanderson et al., 2000; Tyler et al., 2010). Como já foi mencionado no capítulo “Veículos e equipamentos”, sempre que possível deve existir material e equipamento usado exclusivamente para manejo de animais doentes na exploração (CFSPH, 2016; DEFRA, 2013; Nold et al., 2004; Sanderson et al., 2000).

Após identificação de bovinos suspeitos de doença, incluindo animais que sofrem aborto, estes indivíduos devem permanecer na área de isolamento até que o seu diagnóstico seja confirmado. Em caso de doença, os animais devem continuar em isolamento até ao final do seu tratamento (AHA, 2012; Sarrazin et al., 2014a). Nos casos em que o tratamento não é uma opção viável, como é o caso de doenças crónicas como a Paratuberculose e BVD, os animais doentes devem permanecer em isolamento até à sua saída da exploração. Recomenda-se que estes animais sejam retirados da exploração o mais prontamente possível (Dewulf & Van Immerseel, 2018).

3.3.1.7.4. Planos de desparasitação e de vacinação

A desparasitação regular dos animais da exploração é uma reconhecida forma de prevenir ou reduzir perdas devidas a doenças parasitárias (Buhman et al., 2007; Duncan, 1990). No desenvolvimento de um plano de desparasitação, devem ser definidos os parasitas a controlar, que espécies e que animais serão desparasitados e quais os protocolos de desparasitação a implementar. Devem ser mantidos registos atualizados dos procedimentos efetuados, para que seja possível a sua consulta sempre que necessário. Deve ser estipulado neste plano a desparasitação dos novos animais introduzidos enquanto estão em quarentena, uma medida eficaz de prevenção da introdução de agentes parasitários indesejados na exploração (DARDNI, 2004; Ferreira, 2010; Wells et al., 2002).

No controlo de doenças parasitárias, o plano de desparasitação implementado deve ser complementado com medidas de biossegurança que previnam a transmissão destas doenças por vias que podem ser controladas, nomeadamente a partir de outras espécies hospedeiras envolvidas no ciclo de vida do parasita em causa (MBP, 2013).

A imunização dos animais através da vacinação é uma medida vastamente utilizada em produção animal, quer para prevenir a ocorrência de infeção quer para reduzir a gravidade dos efeitos de uma infeção, incluindo perdas reprodutivas (Ellison et al., 2011; Lindberg and Houe, 2005; Parker et al., 2010; Sanderson & Gnad, 2002; Rutter et al., 2008). A vacinação torna-se particularmente útil quando a doença já se encontra instalada no efetivo e se pretende controlar a transmissão dentro da exploração, ou quando uma elevada prevalência da doença na região representa um risco significativo para a exploração (Sarrazin et al., 2013). Dependendo da doença, o tipo de vacinas disponíveis é variável, cada qual associado a diferentes vantagens e desvantagens. Todas as características de cada tipo de vacina devem ser tidas em conta aquando da escolha da melhor opção para o efetivo em causa. O uso de certas vacinas no efetivo pode colocar limitações nos testes diagnósticos de certas doenças, impossibilitando a distinção entre animais positivos por infeção natural ou por imunização artificial (Gates et al., 2014). Para certos agentes infecciosos, como BHV-1, existem atualmente vacinas marcadas que permitem diferenciar animais vacinados de animais infetados. Sempre que possível deve recorrer-se a este tipo de vacinas, pois é vantajosa para definir o estatuto sanitário da exploração e dos bovinos (Grady, O'Neill, Collins, Clegg, & More, 2008; Raaperi et al., 2014).

Tal como para o plano de desparasitação, para a criação de um plano de vacinação devem ser definidos os agentes infecciosos para os quais se pretende imunizar, que animais devem ser vacinados e qual o protocolo de vacinação a implementar (Buhman et al., 2007; Grooms, 2006). Antes de uma eventual saída da exploração, deve garantir-se que os bovinos estão devidamente vacinados para as doenças incluídas no plano de vacinação. A manutenção de registos atualizados permite fazer o seguimento de todos os procedimentos executados (CFIA, 2013; Cleere et al., 2008).

3.3.1.7.5. Material biológico de origem externa

O risco associado à introdução de material biológico externo - sémen, embriões, colostro ou leite - é variável com agente infeccioso em causa, com o estatuto sanitário da exploração e do animal de onde é proveniente, e do tipo de tratamento a que o material biológico é submetido. A melhor forma de evitar estes perigos sanitários é não introduzir na exploração material biológico externo (Mee et al., 2012). No entanto, se o produtor optar por realizar inseminação artificial ou transferência de embriões com sémen ou embriões de outras origens, respetivamente, deve seguir um processo de seleção criterioso das suas fontes. Idealmente,

as explorações escolhidas como fontes de embriões devem seguir os protocolos sanitários definidos pela Sociedade Internacional de Transferência de Embriões, internacionalmente conhecida como *International Embryo Technology Society* (IETS) (Thibier, 2010). Por sua vez, o sémen selecionado para inseminação artificial deve provir de locais como centros de inseminação artificial, que cumprem os requerimentos definidos pela diretiva da EU 88/407 ou pelos Serviços de Certificação de Sémen (*Certified Semen Services* (CSS)), tais como a testagem anual dos animais para as principais doenças transmissíveis por sémen (CSS, 2016; Ponsart & Pozzi, 2013). Apesar da existência de risco associado à inseminação artificial, esta forma de reprodução é menos arriscada que a monta natural para doenças como Tricomoníase genital bovina e Campilobacteriose genital bovina, graças ao elevado nível de controlo que atualmente é implementado em centros de inseminação artificial (BonDurant, 2007; Chiebao et al., 2015; Maia & Corrêa, 2014; Sanderson & Gnad, 2002).

Sémen, embriões, colostro e leite introduzidos devem provir de explorações que cumpram programas de controlo e prevenção para as doenças indesejadas na exploração, estando desta forma livres desse conjunto de agentes infecciosos (Cooke & Brownlow, 2008; Lindberg & Alenius, 1999; Mee et al., 2012; Sanderson & Gnad, 2002; Sibley, 2014). Caso a exploração de origem não se encontre livre de alguma ou várias destas doenças, deve garantir-se que os animais de onde provém o material biológico estão livres da(s) doença(s), comprovando o estatuto sanitário através de testagem para os vários agentes etiológicos.

3.3.1.7.6. Divisão do efetivo na exploração

Conforme a doença em causa, a suscetibilidade dos animais é variável com a sua idade ou condição fisiológica. Assim sendo, a divisão do efetivo em diferentes grupos produtivos e a eliminação do contacto, direto ou indireto, entre os mesmos é uma medida de biossegurança interna que pode ter grande impacto na prevenção da disseminação de certas doenças (Bennett et al., 2012; Buhman et al., 2007; IBIC, n.d; Lindberg & Houe, 2005). Assim, quando ocorre doença em certo grupo de produção, a separação do restante efetivo permite que a infeção fique limitada a este conjunto de animais (Ezanno et al., 2008; Lindberg & Alenius, 1999; O'Doherty et al., 2014; Smith et al., 2010). A fim de decidir adequadamente quais os grupos de produção a criar, deve ter-se em conta a dinâmica de transmissão das doenças sob controlo na exploração. Para além do mais, deve considerar-se as implicações que a divisão da manada terá no manejo animal, visto que a organização do efetivo em diferentes áreas de produção influenciará a execução das atividades de manutenção da propriedade e dos seus animais (Wells et al., 2002).

A separação dos animais doentes dos animais sãos é talvez a mais importante divisão do efetivo, como já foi referido no subcapítulo "Isolamento". No controlo de doenças crónicas ou latentes, o alojamento de animais jovens, que podem ser mais suscetíveis, numa área

separada dos animais mais velhos pode contribuir para prevenir a exposição do primeiro grupo a estes agentes etiológicos (Benjamin et al., 2010; Taylor et al., 2005). Manter as fêmeas grávidas separadas do restante efetivo até ao momento do parto é uma prática que pode ser útil no controlo de certas doenças (Lindberg et al., 2004). A designação de uma área de partos na exploração também é recomendada (Lindberg et al., 2004; Sanderson & Gnad, 2002), sendo que zonas de parto individuais são mais seguras do ponto de vista sanitário que zonas de parto coletivas (Barrett et al., 2011).

O estado de limpeza e desinfecção das áreas de produção também influencia o potencial de infeção dos animais suscetíveis, tendo em conta o risco associado a um ambiente contaminado com agentes infecciosos viáveis. Apesar das vantagens da realização do parto num local separado da manada, o produtor não deve recorrer à área de isolamento para alojar as fêmeas parturientes (Bennett et al., 2012; Windsor & Whittington, 2010).

3.3.1.7.7. Maneio animal

Para além dos grupos de produção definidos na exploração, a ordem pela qual os trabalhos de manejo animal são efetuados pode influenciar a disseminação de doenças entre os vários grupos. A melhor forma de gestão deste risco consiste em ordenar os trabalhos de manejo animal com base no risco estimado de presença de doença em cada área de produção. O apoio do médico veterinário da exploração é novamente uma mais-valia para a definição da melhor ordem de trabalhos a implementar na exploração (Wells et al., 2002). O manejo animal deve ser iniciado nas áreas de produção com menor risco de presença de agentes infecciosos e progredir para as áreas de produção nas quais este risco é gradualmente maior. É frequentemente recomendado na bibliografia que se iniciem os trabalhos de manejo animal pelos grupos de animais mais jovens, seguido pelo grupo de animais mais velhos, e terminando com o grupo de animais doentes, em isolamento (CFSPH, n.d.; IBIC, n.d; Sarrazin et al., 2014a; Teagasc, 2016; Tyler et al., 2010).

3.3.2. Planos de biossegurança

No âmbito da implementação de recomendações de biossegurança, existem na bibliografia atual várias listas genéricas e manuais de medidas de biossegurança a implementar em explorações animais (AHA & PHA, 2014; CFIA, 2016; Cooke & Brownlow, 2008; Meat & Livestock Australia [MLA], 2016; Tyler et al., 2010). No entanto, o desenvolvimento de um plano de biossegurança eficaz e eficiente requer a consideração de cada exploração como uma exploração individual, incluindo medidas de biossegurança adaptadas às características e objetivos produtivos específicos da exploração para o qual é criado (Lewerin et al., 2015; Moore, Merryman, Hartman & Klingborg, 2008; Sanderson, Dargatz, & Garry, 2000).

Os passos no desenvolvimento e aplicação de um plano de biossegurança são: avaliação, planeamento, implementação e monitorização da biossegurança.

- Avaliação – A avaliação da biossegurança passa inicialmente pela identificação dos riscos de doença associados à exploração. Para tal, devem ser claramente definidos os objetivos produtivos da exploração, incluindo o conjunto de doenças que o produtor pretende controlar e o estatuto sanitário na sua exploração para tais doenças. Seguidamente, com base nos agentes etiológicos selecionados e respetivas vias de transmissão, devem ser avaliados os perigos sanitários relevantes para a exploração, bem como a presença ou ausência de medidas de biossegurança em curso que contribuam para a prevenção ou controlo de tais perigos. (CFSPH, 2016; Constable et al., 2017; Taylor et al., 2005).
- Planeamento – Após avaliação dos riscos sanitários, podem ser delineadas as medidas de biossegurança mais adequadas à mitigação ou redução do impacto das doenças infecciosas que se pretendem controlar na exploração. Estas medidas constituirão o plano de biossegurança, e devem ser organizadas numa lista de tarefas que seja exequível para as condições económicas e de manejo animal da exploração (CFSPH, 2016; Constable et al., 2017; Taylor et al., 2005).
- Implementação – A correta comunicação das medidas delineadas no plano de biossegurança a todos os indivíduos que nele estejam envolvidos, é um dos mais importantes passos para garantir a correta implementação do plano. Para tal, em primeiro lugar é necessário assegurar que as medidas de segurança a implementar são compreendidas e adotadas por todos os funcionários da exploração, visto que nem todos terão conhecimento acerca da sua importância para o controlo de doenças. Desta forma, a comunicação do plano de biossegurança aos trabalhadores deve ser adaptada a este grupo-alvo, e deve especificar o quando, onde, como, porquê e por quem de cada medida. É também importante não descurar a comunicação das medidas de biossegurança a cumprir por parte dos visitantes da exploração, bem como garantir a sua execução durante as visitas à exploração (Hovingh, 2017; Taylor et al., 2005).
- Monitorização – Para que seja possível avaliar quaisquer progressos obtidos a partir da implementação de um plano de biossegurança, é necessária a sua monitorização através da análise regular dos registos de execução do plano. A manutenção de registos atualizados é essencial para que se possa verificar quais os pontos que foram corretamente implementados, quais os pontos a melhorar ou evidenciar pontos que requerem alterações para melhor se adaptarem às características da exploração (Taylor et al., 2005).

3.3.3. Avaliação de biossegurança

Para além da sua importância no desenvolvimento de planos de biossegurança, uma avaliação de biossegurança de qualidade pode ter múltiplas utilidades, especialmente uma avaliação de biossegurança quantitativa. A possibilidade de quantificar o nível de biossegurança, recorrendo a um sistema de avaliação que atribua a cada componente de biossegurança - como por exemplo, a taxa de reposição do efetivo com animais externos - um peso variável com a sua importância no controlo de doenças, é uma abordagem que pode trazer vantagens como:

- A demonstração da importância da biossegurança no controlo de doenças de uma forma objetiva, que pode ajudar a motivar os produtores a melhorar a biossegurança nas suas explorações (Dewulf & Van Immerseel, 2018; Gelaude et al., 2014);
- A identificação de pontos críticos de biossegurança a melhorar (Moore et al., 2008);
- A capacidade de comparar a evolução da biossegurança da exploração ao longo do tempo, facilitando a sua reavaliação ou a monitorização de um plano de biossegurança (Gelaude et al., 2014; Moore et al., 2008);
- A capacidade de comparar os níveis de biossegurança entre várias explorações, quando se recorre ao mesmo método de avaliação quantitativa (Dewulf & Van Immerseel, 2018; Gelaude et al., 2014);
- A quantificação da biossegurança a nível regional ou nacional, potenciando um mapeamento da biossegurança, e a identificação das zonas de maior e menor risco para disseminação das doenças (Gelaude et al., 2014);
- A obtenção de dados que podem ser alvo de estudos epidemiológicos, sociológicos e demográficos, e assim contribuir para a descoberta de melhores formas de educação sobre a temática de biossegurança no contexto da produção animal (Sayers, 2014b).

3.3.3.1. Sistemas de avaliação de biossegurança

Na bibliografia atual foram identificados vários sistemas de avaliação quantitativa de biossegurança, que se encontram listados na tabela 2. Após análise de tais sistemas, o processo de criação de um sistema de avaliação de biossegurança pode ser dividido em duas grandes fases: a estruturação e a agregação (Cardwell et al., 2016; Gelaude et al., 2014). A fase de estruturação passa por definir quais os aspetos de biossegurança que serão avaliados, enquanto que a fase de agregação consiste na atribuição do peso de cada aspeto selecionado na avaliação final. Tal como foi apresentado anteriormente neste trabalho, em biossegurança aplicada à produção animal existe um grande número de aspetos a considerar, e a inclusão da totalidade dos aspetos de biossegurança num sistema de avaliação não é operacional. Visto não existir um conhecimento absoluto acerca de quais os aspetos mais relevantes, nem do impacto exato dos mesmos na prevenção e controlo das diversas

doenças, tanto a estruturação como a agregação de um sistema de avaliação de biossegurança representam um desafio.

Horst, Dijkhuizen, Huirne e De Leeuw (1998), e mais tarde Fasina, Ali, Yilma, Thieme e Ankers (2012), reconheceram que quando a informação sobre certa matéria se encontra indisponível ou é de difícil análise, é prática comum recorrer à opinião de especialistas como fonte de conhecimento da matéria em causa (Kuster, 2013). Slottje, Sluijs e Knol (2008) e Martin et al. (2012) fazem observações semelhantes, afirmando que a opinião de especialistas é frequentemente solicitada em situações com problemas complexos e nas quais existem dados insuficientes (Shortall et al., 2017). Ao analisar o processo de desenvolvimento dos vários sistemas de avaliação de biossegurança, observa-se que a totalidade dos sistemas incluíram especialistas de biossegurança, apesar da existência de diferenças nas fases do processo em que foram incluídos (estruturação e/ou agregação), no número de especialistas, e com que tipo de conhecimento contribuíram para a criação do modelo. Estes aspetos são brevemente descritos na tabela 2, que nos permite constatar que, por exemplo, o sistema “Avaliação de biossegurança” contou com a participação de um especialista ao longo de ambas as fases de desenvolvimento, enquanto que o sistema “Biocheck Ugent-Poultry” apenas contou com a participação de especialistas na fase de agregação, tendo, contudo, envolvido um maior número de especialistas.

O estudo do desenho metodológico aplicado em cada sistema de avaliação permite identificar quais os passos levados a cabo na delineação do processo de avaliação, e o resultado final da avaliação é útil para compreender as escolhas dos autores relativamente à organização e priorização dos diferentes aspetos da biossegurança numa exploração. Consta na tabela 3 uma análise da metodologia utilizada na construção dos sistemas de avaliação e o formato de apresentação dos resultados.

Tabela 2 – Breve descrição dos sistemas de avaliação de biossegurança existentes na bibliografia atual

Nome	País e ano de criação	Sistema de produção	Espécie	Participação de especialistas (nº de especialistas)		Tipo de especialistas
				Estruturação	Agregação	
Avaliação de Biossegurança (Bovicare, 2015)	Portugal 2015	Extensivo	Bovino carne	1	1	Epidemiologista
Biosecurity scoring tool (Cardwell et al., 2016)	Reino Unido 2014	Extensivo	Bovino carne	0	10	Médicos Veterinários (MV's)
Biocheck. Ugent-Poultry (Gelaude et al., 2014)	Bélgica 2014	Intensivo	Ave <i>broiler</i>	0	16	Epidemiologistas MV's Especialistas de higiene Microbiologistas
Biocheck. Ugent-Pig (Dewulf, 2014)	Bélgica 2013	Intensivo	Suíno	Não descrito	Não descrito	Não descrito
Biocheck. Ugent-Cattle (Biocheck.Ugent, 2019)	Bélgica 2019	Intensivo	Bovino Carne e leite	Não descrito	Não descrito	Não descrito

Tabela 3 - Análise da metodologia dos sistemas de avaliação de biossegurança existentes na bibliografia atual

Nome	Metodologia	Apresentação dos resultados
Avaliação de Biossegurança (Bovicare, 2015)	Sistema de avaliação aditivo Estruturação das medidas de biossegurança com base na opinião do especialista Agregação feita com base na opinião do especialista	Pontuação total dividida em 4 grupos de biossegurança, cada um apresentando uma pontuação individualizada, e cada grupo com diferente peso na pontuação total Resultado numérico, numa escala total de 0 a 60 Mais biossegurança reflete uma pontuação maior
Biosecurity scoring tool (Cardwell et al., 2016)	Sistema de avaliação aditivo Estruturação dos fatores de risco de introdução de doenças feita com base em revisão bibliográfica Agregação feita com base nas opiniões dos 10 especialistas, recolhidas ao longo de 2 workshops Agregação feita com uma abordagem semi-Delphi, chegando a um “near-consensus”.	Valor atribuído a cada fator de risco para cada doença avaliada, gerando um valor médio de cada fator de risco Valor atribuído ao risco geral de introdução de cada doença na exploração Identificação do principal fator de risco Maior risco de introdução de doença reflete uma pontuação maior
Biocheck. Ugent-Poultry (Gelaude et al., 2014)	Sistema de avaliação aditivo Estruturação das medidas de biossegurança feita com base em revisão bibliográfica extensa sobre fatores de risco de transmissão de doenças Agregação feita aplicando o método de Gore, com base na opinião dos especialistas	Pontuação total dividida em duas categorias: biossegurança externa e biossegurança interna, cada uma delas com várias subcategorias Pontuação total e pontuações de cada categoria e subcategoria representadas por um valor numa escala de 0 a 100 (percentagem) Resultados da média mundial apresentados paralelamente aos da exploração Maior biossegurança reflete uma pontuação maior
Biocheck. Ugent-Pig (Dewulf, 2014)	Sistema de avaliação aditivo Informação acerca da estruturação e agregação indisponível	Pontuação total dividida em duas categorias: biossegurança externa e biossegurança interna, cada uma delas com várias subcategorias Pontuação total e pontuações de cada categoria e subcategoria representadas por um valor numa escala de 0 a 100 (percentagem) Resultados da média mundial apresentados paralelamente aos da exploração Maior biossegurança reflete uma pontuação maior
Biocheck. Ugent-Cattle (Biocheck.Ugent, 2019)	Sistema de avaliação aditivo Informação acerca da estruturação e agregação indisponível	Pontuação total dividida em duas categorias: biossegurança externa e biossegurança interna, cada uma delas com várias subcategorias Pontuação total e pontuações de cada categoria e subcategoria representadas por um valor numa escala de 0 a 100 (percentagem) Resultados da média mundial apresentados paralelamente aos da exploração Maior biossegurança reflete uma pontuação maior

Analisando os sistemas de avaliação acima abordados, é fácil concluir que dois deles - “Biocheck Ugent-Poultry” (Gelaude et al., 2014) e “Biocheck Ugent-Pig” (Dewulf, 2014) – não são utilizáveis no contexto produtivo deste trabalho, pois são destinados a sistemas de produção intensivos de aves *broiler* e suínos, respetivamente. Apesar de o “Biocheck Ugent-Cattle” (Ghent University, 2019) poder avaliar a produção de bovinos de carne, este sistema foi desenvolvido para explorações intensivas, sendo que a sua avaliação não está formulada para explorações em sistema extensivo. Os dois restantes sistemas estão adaptados à produção de bovinos de carne em extensivo, contudo ambos apresentam algumas limitações. O sistema “Avaliação de biossegurança” (Bovicare, 2015) foi desenvolvido especificamente para a produção portuguesa de bovinos de carne em extensivo, mas as únicas doenças consideradas na avaliação são Diarreia Viral Bovina (DBV, ou BVD, do inglês *Bovine Viral Diarrhea*) e Rinotraqueíte Infeciosa Bovina (IBR), e a ponderação do peso das diferentes medidas de biossegurança foi feita e com base na opinião de apenas um especialista. Apesar do sistema “Biosecurity scoring tool” (Cardwell et al., 2016) abranger um maior número de doenças com impacto na produção (BVD, IBR, Leptospirose, Paratuberculose e Tuberculose bovina) e contar com a colaboração de mais especialistas em biossegurança, foi desenvolvido num país com diferenças significativas em termos de características da produção bovina quando comparado com Portugal, pelo que a precisão da avaliação final de biossegurança fica aquém do desejável.

A análise pormenorizada do desenvolvimento dos sistemas de avaliação atualmente disponíveis permitiu verificar falta de transparência nas metodologias aplicadas. Este facto torna inviável a tentativa de replicação destes sistemas de avaliação com recurso aos mesmos métodos, por ausência de informações fulcrais para a construção de um sistema de avaliação na sua totalidade. Assim sendo, torna-se interessante a criação de um novo sistema de avaliação de biossegurança para explorações de bovinos de carne em extensivo, que venha colmatar as falhas existentes nos sistemas atualmente disponíveis. Um sistema de avaliação que:

- Seja especificamente desenvolvido para a produção em sistema extensivo, com o potencial de avaliar a biossegurança relevante para doenças com maior impacto na produção, e excluindo as que estão abrangidas por um programa de controlo e erradicação nacional;
- Seja adaptável aos objetivos e possibilidades de cada produtor, incluindo na sua avaliação apenas a biossegurança relevante para as doenças que sejam do seu interesse considerar;
- Seja capaz de atribuir às diferentes medidas de biossegurança um peso adequado à sua importância na introdução e disseminação dos vários agentes patogénicos neste tipo de exploração;
- Inclua na sua estruturação a participação ativa de um conjunto de indivíduos com reconhecido mérito científico e prático na área.

3.4. Método Delphi

O método Delphi, desenvolvido entre as décadas de 1950 e 1960 por Dalkey e Helmer, é um método sistemático de recolha e agregação de opiniões informadas de um conjunto de *stakeholders* (Linstone & Turoff, 2002). Esta metodologia estabelece um processo de comunicação de grupo que não envolve contacto presencial entre elementos, com o objetivo de determinar, prever e explorar atitudes, necessidades e prioridades do grupo. O método Delphi desenvolve-se numa sucessão de rondas, nas quais as perspetivas dos participantes são recolhidas através das suas respostas individuais ao mesmo questionário. (Hasson & Keeney, 2011; Linstone & Turoff, 2002)

A utilização do método Delphi sofreu uma evolução. Desde uma aplicação exclusivamente militar nos Estados Unidos da América, passou por fases como a sua difusão para outras áreas de aplicação, a sua popularização para outros países, uma fase de avaliação crítica da validade e confiança do método, e por fim a sua aceitação como metodologia legítima em estudos científicos (Rowe & Wright, 1999). A partir do início dos anos 90, o método Delphi foi alvo de um crescente interesse por parte da comunidade científica, e esta tendência parece continuar até aos dias de hoje (Keeney, Hasson, & McKenna, 2011; von der Gracht, 2012). Na área de Medicina Veterinária, são vários os exemplos de estudos que aplicaram esta metodologia, com objetivos como: o estabelecimento de prioridades na monitorização, prevenção e controlo de zoonoses (Cediel, Villamil, Romero, Renteria, & De Meneghi, 2013); a identificação de comportamentos de médicos veterinários que contribuem para resistência a antimicrobianos (Currie, King, Nuttall, Smith, & Flowers, 2018); explorar futuras alterações estruturais na produção animal da Holanda e Alemanha, e a suas possíveis implicações na introdução, disseminação e controlo de doenças infecciosas (Hop, Mourits, Oude Lansink, & Saatkamp, 2014); e a identificação dos principais fatores de risco para a introdução de *Campylobacter spp.* e *Salmonella spp.* em explorações de aves (Wilke, Windhorst, & Grabkowsky, 2011). Foi inclusive realizado um estudo na área de biossegurança, com o objetivo de avaliar a eficácia e importância de várias medidas de biossegurança em explorações de bovinos e suínos (Kuster, 2013).

Devido ao facto de não existirem normas de orientação para a utilização do Delphi que sejam universalmente aceites, este método já sofreu várias alterações desde a sua criação (Rowe & Wright, 1999). Num Delphi clássico, o questionário da primeira ronda é constituído por questões de resposta aberta, criadas com o intuito de obter os dados nos quais será baseada a criação de um segundo questionário. O segundo questionário é composto por questões de resposta fechada, sendo depois aplicado em todas as rondas subsequentes do processo Delphi. Num Delphi modificado, a informação sobre a qual se baseia o questionário de questões fechadas não é obtida através de uma primeira ronda com questões abertas. Em

lugar da primeira ronda, a informação pode ser obtida a partir de literatura científica sobre o tema do estudo, realizando uma ou mais reuniões com um grupo mais restrito de especialistas, ou realizando entrevistas individuais com especialistas (Keeney et al., 2011). Assim sendo, num Delphi modificado apenas é criado um questionário de questões fechadas, que é repetido na totalidade das rondas (Keeney et al., 2011).

No método Delphi, a população-alvo não é necessariamente representada através de uma amostra aleatória estatisticamente representativa. Alternativamente, são envolvidos no processo indivíduos que têm conhecimento sobre o tema do estudo. É deixado ao critério do investigador definir o tamanho (pode ir de dezenas a centenas de participantes) e a composição (homogénea ou heterogénea) do grupo de participantes, que será variável com os objetivos e parâmetros de recolha de dados de cada estudo (Keeney et al., 2011). Se o objetivo do processo for atingir um determinado nível de concordância entre os participantes, o processo Delphi irá envolver a realização várias de rondas de questionários, num processo iterativo que se repete até atingir um determinado nível de concordância (Keeney et al., 2011). O nível de concordância considerado aceitável no método Delphi é alvo de controvérsia entre autores, pelo que não existe um nível de concordância padrão a implementar nesta metodologia (von der Gracht, 2012). Desta forma, o nível de concordância a atingir é dependente do nível de conhecimento na área do estudo e dos objetivos do mesmo, sendo que deverá ser sempre estabelecido pela equipa de investigação antes do início de cada processo (Keeney et al., 2011).

3.4.1. Características do Delphi

Apesar das variações existentes na aplicação do método Delphi, existem quatro características que são comuns a todos os processos: anonimato, iteração, *feedback* controlado e agregação estatística das respostas dos participantes (Rowe & Wright, 2001).

3.4.1.1. Anonimato

Ao permitir que os participantes expressem a sua opinião de forma individual, é possível diminuir os efeitos da pressão social nas respostas obtidas, como por exemplo a opinião de elementos mais dominantes ou dogmáticos, ou a opinião da maioria (Rowe & Wright, 2001). Segundo Goodman (1987)¹, o anonimato permite que cada participante apresente a sua opinião sem influências dos pares. Adicionalmente, o anonimato é um fator que normalmente contribui para uma maior taxa de resposta, provavelmente por colocar os participantes numa posição mais confortável para partilhar as suas opiniões (von der Gracht, 2012).

1-Goodman, C.M. (1987). The Delphi technique: a critique. *Journal of Advanced Nursing*, 12, 729–734.

3.4.1.2. Iteração

Ao repetir o questionário em várias rondas, é dada a oportunidade aos participantes de conhecerem a opinião dos seus pares e à luz desse novo conhecimento considerarem as suas respostas anteriores. Dessa reflexão, pode, ou não, resultar numa mudança de opinião, sendo importante realçar que essa mudança é sempre realizada sem receio de julgamento ou perda de respeito por parte dos restantes participantes – como já referido, todo o processo é anónimo (Rowe & Wright, 2001).

3.4.1.4. *Feedback* controlado

Em cada ronda, é partilhado com cada participante um sumário dos resultados da ronda anterior, incluindo a resposta do próprio e as respostas dos restantes participantes (Keeney et al., 2011). O *feedback* relativo às respostas de grupo que é dado a cada participante entre rondas diz-se “controlado”, porque os resultados que são partilhados com os participantes e a forma como tal informação é apresentada aos mesmos é definido e gerido pela equipa de investigação (Keeney et al., 2011; Rowe & Wright, 2001; von der Gracht, 2012).

3.4.1.3. Resposta estatística de grupo

Após cada ronda, os dados obtidos são estatisticamente analisados e agregados. As respostas de grupo podem ser estatisticamente apresentadas em forma numérica ou gráfica, podendo incluir medidas de tendência central (mediana, média), medidas de dispersão (desvio-padrão), e distribuições de frequência (polígonos de frequências, histogramas) (von der Gracht, 2012).

3.4.2. Formas de administração do Delphi

Apesar de ser necessário que as quatro características-chave acima descritas estejam presentes em qualquer processo Delphi, a forma como são aplicadas pode variar (Rowe & Wright, 1999). Hasson e Keeney (2011) identificaram 10 diferentes formas de administração do Delphi, incluindo o clássico e o Web-Delphi,

Entre as diversas formas de administração, o Web-Delphi (ou e-Delphi) diferencia-se das restantes pelo uso de plataformas tecnológicas *online* na sua implementação. Para além de possibilitar a gestão de um grande número de participantes, a capacidade de autoadministração que caracteriza o e-Delphi permite que os participantes respondam a cada questionário ao seu próprio ritmo, sem que o tempo ou a localização geográfica imponham limitações à participação. As plataformas são desenhadas de forma a serem de fácil utilização, e podem incluir componentes que: auxiliam a resposta aos questionários (por exemplo, com botões de ajuda), estimulam uma maior qualidade dos dados (por exemplo, evitam questões sem resposta), e permitem aos participantes enviar as suas respostas de forma automática,

o que é útil não só para a satisfação dos participantes como mais tarde evita erros na transcrição de dados (Callegaro, Manfreda & Vehovar, 2015). Existem ainda outras vantagens adicionais, tais como a possibilidade de incluir vários estímulos audiovisuais que podem promover a inteligibilidade dos questionários, bem como cativar a atenção dos participantes (Callegaro et al., 2015).

4. Objetivos

Este trabalho teve como objetivo principal a estruturação de um índice de avaliação de biossegurança em explorações de bovinos de carne em extensivo, que corresponde à seleção dos aspetos de biossegurança que devem representar os critérios de avaliação finais do índice. Este objetivo foi procurado através da concretização dos seguintes objetivos específicos:

- A compreensão do que consta na literatura sobre o tema de biossegurança. Para tal, foi feita uma extensa revisão bibliográfica que incluiu a recolha de informação de biossegurança aplicável no contexto produtivo do trabalho, a fim de elaborar uma lista inicial de aspetos de biossegurança relevantes para a produção de bovinos de carne em extensivo. Com o objetivo de procurar evidência científica demonstrativa da importância dos aspetos de biossegurança identificados na lista inicial, foi seguidamente realizada uma revisão sistemática dos potenciais fatores de risco e fatores protetores de doenças com impacto na produção bovina.

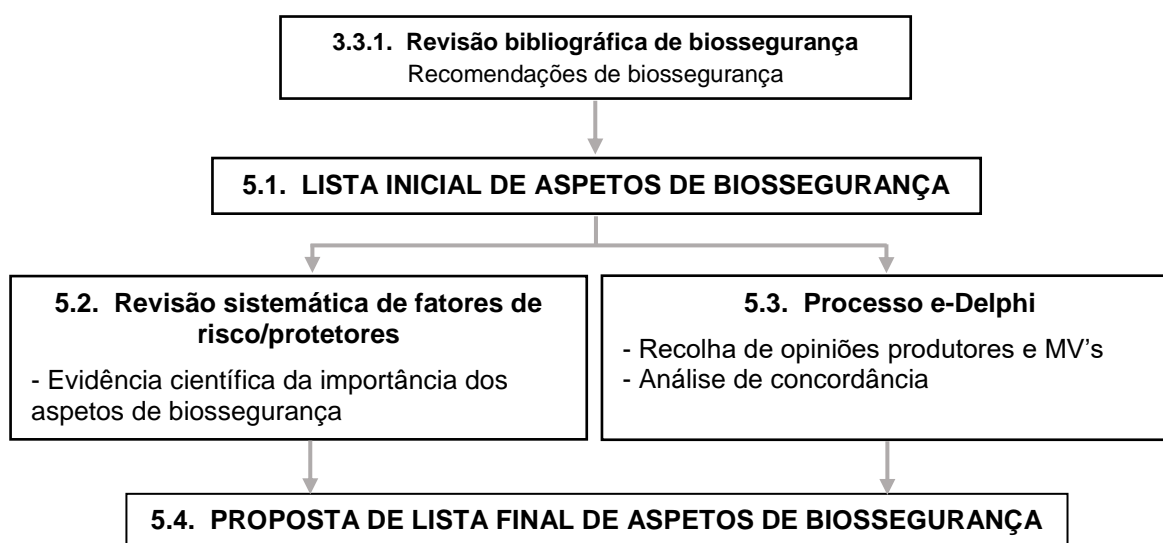
- A compreensão das opiniões de indivíduos com conhecimento prático ou científico sobre implementação de biossegurança. Para tal, foi realizado um processo e-Delphi, que permitiu colocar a lista inicial de aspetos à consideração de um grupo de produtores e médicos veterinários. O processo de duas rondas procurou apurar as opiniões deste grupo relativamente a quais os aspetos de biossegurança identificados na lista inicial eram mais relevantes para a biossegurança no universo do nosso estudo – a produção de bovinos de carne em extensivo.

Com base na análise dos resultados da revisão sistemática de fatores de risco e fatores protetores de doenças, em conjunto com a análise da concordância das opiniões de grupo, foi criada a proposta de uma lista final de aspetos de biossegurança, os potenciais critérios de avaliação a integrar no índice de avaliação.

5. Materiais e métodos

Para que o processo de estruturação do índice de avaliação de biossegurança seja de mais fácil compreensão, estão esquematizados na figura 1 os vários passos levados a cabo para o seu desenvolvimento. Por sua vez, o processo de concretização de cada um dos passos é apresentado nos próximos subcapítulos.

Figura 1 – Processo de estruturação do índice de avaliação de biossegurança



5.1. Lista inicial de aspetos de biossegurança

Com base na revisão bibliográfica de biossegurança, foi criada uma lista inicial de critérios de avaliação a incluir num índice de avaliação de biossegurança para explorações de bovinos de carne em extensivo. No âmbito do presente índice de avaliação, os critérios de avaliação consistem em aspetos de biossegurança relevantes para este contexto produtivo em específico. Para garantir que o futuro índice de avaliação é fiável na sua ponderação sobre o peso de cada componente de biossegurança, os aspetos de biossegurança foram definidos de forma a cumprirem um conjunto de requisitos, nomeadamente:

- Serem completos, na medida em que incluem todas as componentes de biossegurança;
- Não se sobrepõem, para evitar que demasiado peso seja atribuído a certas componentes de biossegurança;
- Não apresentam interdependências, isto é, não há interação entre os vários aspetos de biossegurança, pelo que nenhum aspeto de biossegurança é influenciado pela performance de outro(s) aspeto(s) (Bana e Costa & Beinat, 2005).

5.2. Revisão sistemática de fatores de risco e fatores protetores de doenças infecciosas

A biossegurança não se foca em nenhuma doença infecciosa em particular e visa um melhoramento da sanidade animal em geral, contudo as suas medidas são baseadas no conhecimento da epidemiologia de agentes patogênicos específicos. Assim sendo, para corretamente definir a utilidade e importância das medidas de biossegurança na redução do risco de introdução e disseminação de doenças, foi feita uma revisão sistemática dos fatores de risco e fatores protetores considerados importantes para a presença de vários agentes etiológicos com conhecido impacto na produção de bovinos de carne em extensivo, - BVDV, BHV-1, MAP, *Leptospira* spp., *Neospora caninum*, *Salmonella* spp., *Tritrichomonas foetus* e *Campylobacter fetus* subsp. *Venerealis* – ou para a ocorrência de doenças por eles causadas – BVD, IBR/IPV, Paratuberculose, Leptospirose, Neosporose, Salmonelose, Tricomoniase venérea bovina e Campilobacteriose genital bovina.

As bases de dados e motores de busca utilizados foram o Web of Science (www.webofknowledge.com) e Google (www.google.com), e a pesquisa foi restringida a publicações escritas em Português, Espanhol e Inglês. Foram consideradas para leitura as fontes bibliográficas com data de publicação compreendida entre 1 de janeiro de 1990 e 28 de fevereiro de 2018. As palavras-chave utilizadas durante a pesquisa foram: produção, animal, manada, vacas/bovinos de carne, extensivo, prevenção, controle, doença, risco, fator de risco, epidemiologia, transmissão, introdução, disseminação, Diarreia Viral Bovina/BVD/BVDV, Rinotraqueíte Infecciosa Bovina/IBR/BHV-1, Paratuberculose/*Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis*, Leptospirose/*Leptospira* spp., Neosporose/*Neospora caninum*, Tricomoniase bovina/*Tritrichomonas foetus* e Campilobacteriose venérea bovina/*Campylobacter fetus* subsp. *venerealis*. A investigação bibliográfica foi feita combinando os vários termos de múltiplas formas, exclusivamente em língua inglesa, e o tipo de bibliografia selecionada para leitura incluiu apenas artigos científicos *peer-reviewed*. A pesquisa foi limitada ao título, resumo e palavras-chave dos artigos científicos, e a seleção da bibliografia para estudo completo foi feita com base na leitura do título e resumo de cada documento. O estudo das referências bibliográficas das publicações revistas conduziram à identificação de novos artigos científicos, que foram submetidos aos mesmos critérios de seleção para leitura completa. Foram consultados um total de 73 artigos científicos ao longo da revisão sistemática, e apesar de não ser possível afirmar que esta revisão é exaustiva, os seus resultados constituem uma importante representação do estado de arte existente sobre os fatores de risco e fatores protetores significativos para a introdução e transmissão de um conjunto de doenças com impacto na produção bovina.

Durante a revisão, foram registados todos os fatores de risco e fatores protetores identificados como tendo uma possível associação com determinada doença ou agente etiológico (por

exemplo, a associação entre o fator de risco “tamanho da manada” e a seropositividade da manada para BHV-1), em conjunto com os seus *odds ratio* (OR), país e referência da fonte bibliográfica. Os fatores de risco e fatores protetores identificados foram organizados em tabelas, e divididos pelos tópicos e subtópicos definidos no subcapítulo “Recomendações de biossegurança”. Assim sendo, os resultados da revisão sistemática apresentam-se organizados por sete tópicos de biossegurança, que por sua vez estão divididos em 25 subtópicos. Para cada tópico de biossegurança é abordado o seu impacto na transmissão de doenças infecciosas, em conjunto com alguns exemplos de doenças ou agentes infecciosos para os quais tais medidas de biossegurança são relevantes. Devido à extensão destes resultados e ao limite de páginas da dissertação, tornou-se necessária a colocação dos resultados tabulados no capítulo “Anexos”. Desta forma, para cada tópico de biossegurança no qual foram identificados fatores de risco/protetores que demonstram o seu impacto no controlo e prevenção de doenças ou agentes infecciosos, o leitor é remetido para a consulta de tais fatores no respetivo anexo do documento.

5.3. Processo Delphi modificado

Com o objetivo de definir quais os aspetos de biossegurança que, na opinião dos participantes, são mais revelantes para a avaliação da biossegurança em produção de bovinos de carne em extensivo, realizou-se um processo Delphi modificado. Este processo Delphi modificado diferenciou-se do Delphi clássico no que toca à criação dos questionários, que foi feita com base numa revisão bibliográfica de biossegurança em lugar de uma ronda inicial de questões abertas (Hasson & Keeney, 2011).

5.3.1. Grupo de participantes

Tendo em consideração o tema deste trabalho, foi utilizado como critério de inclusão no grupo de participantes, indivíduos com conhecimento prático ou científico sobre implementação de biossegurança e/ou da realidade de produção de bovinos de carne em sistema extensivo.

Foram incluídos no processo Delphi um total de 57 participantes, entre os quais:

- 22 produtores de bovinos de carne em extensivo da região do Alentejo;
- 35 médicos veterinários com conhecimento sobre este tipo de produção - médicos veterinários com experiência neste contexto produtivo, professores universitários, membros dos Serviços de Alimentação e Veterinária Regionais (DSAVR) e elementos de Organizações de Produtores Pecuários (OPP).

A grande maioria dos especialistas foi recrutada pessoalmente, durante dois importantes encontros técnicos sobre produção de bovinos de carne em Portugal: as X Jornadas Hospital Veterinário Muralha de Évora (Évora) e as VI Jornadas Técnicas da VetAgroMor (Montemor-o-Novo). O convite à participação de alguns dos médicos veterinários foi feito via e-mail,

indivíduos cuja opinião foi considerada uma valiosa contribuição para os objetivos deste trabalho.

5.3.2. Desenho e implementação do processo Delphi

O processo Delphi foi composto por duas rondas, que decorreram entre 2 de março de 2018 e 13 de maio de 2018. Todo o processo foi implementado e gerido utilizando a plataforma Welphi, uma plataforma *online* para a realização de questionários Delphi (Welphi, 2018). A utilização de uma ferramenta *online* possibilitou que o convite à participação e a participação fossem feitos remotamente, sem necessidade de contacto presencial. O mesmo questionário foi aplicado em ambas as rondas, criado a partir da lista inicial de aspetos de avaliação de biossegurança que foi desenvolvida com base numa revisão bibliográfica de biossegurança, descrita seguidamente no subcapítulo “lista inicial de aspetos de biossegurança” (tabela 4). No questionário foi solicitado a cada participante que respondesse à questão “Este aspeto é relevante para avaliar a biossegurança de uma exploração?”, recorrendo a uma escala de seis categorias, - discordo totalmente; discordo parcialmente; não concordo, nem discordo; concordo parcialmente; concordo totalmente; não sei/ não quero responder. Os 33 aspetos de biossegurança apresentados foram divididos em sete grupos, organizados por tópicos de biossegurança: introdução de efetivo (três aspetos); contactos com outros animais; material (cinco aspetos), equipamentos e veículos (três aspetos); pessoas (quatro aspetos); alimentos, água e outros abastecimentos (cinco aspetos); gestão de resíduos e cadáveres (quatro aspetos); e sanidade animal (nove aspetos).

A escolha da opção “não sei/não quero responder” requeria uma justificação através de um comentário. Para alguns dos aspetos foram disponibilizados exemplos ou uma descrição mais detalhada do aspeto de biossegurança, à qual os participantes poderiam aceder se achassem necessário. Em todas as respostas seria possível adicionar um comentário, se o participante assim o desejasse e considerasse útil.

5.3.2.1. Primeira ronda

A primeira ronda teve a duração de 40 dias, sendo que a maioria dos participantes respondeu presencialmente ao questionário. A fim de garantir o anonimato, os participantes que preencheram presencialmente o questionário fizeram-no num espaço isolado e na presença de um dos investigadores, responsável por assegurar a privacidade e ausência de influências de terceiros nas respostas submetidas. Após encerramento da primeira ronda, foram enviados aos participantes convites à participação na segunda ronda, e lembretes regulares via e-mail para o preenchimento do questionário.

5.3.2.2. Segunda ronda

A segunda ronda teve a duração de 33 dias, na qual as respostas ao questionário foram submetidas *online* via Welphi.

Ao longo da segunda ronda, foi partilhado com cada participante um feedback controlado dos resultados da primeira ronda. O *feedback* consistiu na disponibilização, para cada questão, da distribuição percentual de respostas de grupo da primeira ronda dadas por cada nível da escala de Likert. Os participantes tinham igualmente acesso aos comentários feitos por outros participantes na primeira ronda. Foi pedido a cada participante que, após a consulta dos resultados apresentados, seleccionasse novamente uma das opções da escala de Likert, dando-lhe assim a possibilidade de manter ou alterar a resposta dada na primeira ronda.

No anexo 1 constam figuras representativas da plataforma Welphi, o formato original no qual foi recolhida e partilhada informação com os participantes ao longo da sua participação no processo Delphi.

5.3.3. Análise de dados

O tratamento dos dados recolhidos no processo Delphi foi feito através do o programa Microsoft Office Excel 2016® e do programa R®, utilizando neste último os pacotes “dplyr”, “car”, “ggplot2”, “RColorBrewer”, “plyr”, “colorspace” e “agrmt”.

O processo foi caracterizado quanto ao número de participantes de cada ronda, o tipo de participantes (produtores e médicos veterinários) e a taxa de participação na ronda final.

De maneira a facilitar análise dos resultados, os 33 aspetos de biossegurança foram divididos em três subgrupos de oito, 12 e 13 aspetos cada, e esta divisão foi utilizada ao longo de todos os resultados. O primeiro subgrupo inclui os aspetos de biossegurança maioritariamente associados à introdução de doenças na exploração por contacto (direto ou indireto) entre animais. O segundo subgrupo inclui a maioria dos aspetos de biossegurança associados à introdução e disseminação de doenças na exploração devido a fómite. No terceiro subgrupo incluem-se a maior parte dos aspetos de biossegurança interna na exploração (práticas de manejo animal).

Os resultados de cada ronda (primeira e segunda) são apresentados separadamente, na forma de gráficos de barras. Em cada gráfico, uma barra representa a distribuição percentual das respostas dadas a certo aspeto de biossegurança. Isto é, para cada aspeto de biossegurança são apresentadas, ao longo da mesma barra, as percentagens de respostas obtidas em cada categoria da escala de Likert (discordo totalmente; discordo parcialmente; não concordo, nem discordo; concordo parcialmente; concordo totalmente). A categoria “não sei/não quero responder” não foi incluída visto não ter sido seleccionada como resposta por qualquer participante ao longo do processo Delphi.

Num segundo nível, os níveis de concordância de opiniões foram calculados utilizando a medida de concordância de van der Eijk (A) (van der Eijk, 2001). Esta medida de concordância foi desenhada para calcular a concordância em escalas ordinais, ponderando não só a distribuição percentual de respostas por categoria de resposta, mas também a ordem das categorias de resposta em que se verificou cada distribuição percentual. O coeficiente de concordância pode assumir valores entre 0 ($A=0$), que corresponde a uma concordância nula, e 1 ($A=1$), correspondente a total concordância (van der Eijk, 2001). Para efeitos de análise de dados, as categorias da escala de Likert utilizada foram assumidas como sendo equidistantes entre si.

A medida de concordância de van der Eijk foi calculada por aspeto de biossegurança e por ronda (primeira ronda e segunda ronda), e os resultados são apresentados em forma de tabela em conjunto com a variação entre os valores do coeficiente calculados na primeira e na segunda ronda. O grupo de participantes foi dividido em dois subgrupos - produtores e médicos veterinários – e a análise anteriormente definida foi repetida para as respostas dos dois subgrupos e para ambas as rondas, a fim de avaliar potenciais diferenças de opiniões entre eles. Os aspetos de biossegurança são descritos abreviadamente nas tabelas de resultados, pelo que a sua leitura deve ser feita com o auxílio da lista inicial (tabela 4), onde constam os aspetos de biossegurança completos.

A variação da medida de concordância entre rondas foi utilizada para avaliar a evolução de opiniões dos participantes quando confrontados com as opiniões dos pares ao longo do processo Delphi. Tendo em conta que a concordância final de um processo Delphi é avaliada com base nas opiniões gerais recolhidas na última ronda de questionários, a concordância final será inferida avaliando os níveis de concordância obtidos nas opiniões gerais recolhidas durante a segunda ronda. Para os aspetos nos quais se observou um nível de concordância igual ou superior a 0.75 na última ronda, considerou-se que foi atingida concordância nas opiniões dos participantes.

5.4. Proposta de lista final de aspetos de biossegurança

Com base nos resultados da revisão sistemática de fatores de risco/protetores de doenças e nos resultados do processo Delphi, foi criada uma proposta de uma lista final de aspetos de biossegurança a incluir num futuro índice de avaliação. A seleção dos aspetos de biossegurança a incluir nesta lista final foi feita estudando:

- O nível de evidência científica atualmente disponível sobre o aspeto de biossegurança para a prevenção e controlo de doenças com impacto na produção (número de OR identificados e intervalo mínimo (min) e máximo (máx) de OR);
- O nível de concordância que o aspeto de biossegurança obteve nas opiniões dos participantes do Delphi (limiar de concordância: $A \geq 0.75$).

Foi definido como critério de exclusão desta lista final de aspetos de biossegurança, a insuficiente evidência científica e/ou a não obtenção de concordância no processo Delphi. A proposta de lista final criada é apresentada em forma de tabela, na qual cada um dos aspetos de biossegurança da lista inicial são apresentados paralelamente ao conjunto de resultados que contribuíram para a definir se tal aspeto foi incluído ou excluído da lista final proposta.

6. Resultados

6.1. Lista inicial de aspetos de biossegurança

Com base na informação recolhida na revisão bibliográfica acerca das recomendações de biossegurança (subcapítulo 2.3.1), e cumprindo os requisitos anteriormente descritos, foi criada uma lista de 33 aspetos de biossegurança (tabela 4), organizados em sete grupos: Introdução de efetivo, composto por três aspetos de biossegurança; Contactos com outros animais, composto por cinco aspetos de biossegurança; Material, equipamentos e veículos, composto por três aspetos de biossegurança; Pessoas, composto por quatro aspetos de biossegurança; Alimentos, água e outros abastecimentos, composto por cinco aspetos de biossegurança; Gestão de resíduos e cadáveres, composto por quatro aspetos de biossegurança; e Sanidade animal, composto por nove aspetos de biossegurança.

Tabela 4 – Lista inicial de aspetos de biossegurança para um índice de avaliação de biossegurança de explorações de bovinos de carne em extensivo

Grupos de aspetos de biossegurança	Aspetos de biossegurança
Introdução de efetivo	A taxa de reposição com animais externos
	O processo de seleção da origem dos animais a introduzir e dos próprios animais a introduzir
	Manutenção de uma área designada para quarentena e utilização da mesma para esse efeito
Contactos com outros animais	Possibilidade de contato direto dos bovinos com outros animais através dos limites da exploração
	Haver ou não partilha de espaços (ex: alojamentos, comedouros/bebedouros, parques, pastagens, meios de transporte) com outros animais
	Ter registos atualizados de execução de um plano de controlo de pragas (roedores e insetos)
	O processo de seleção da origem dos animais reprodutores que visitam a exploração
	O manejo de animais que retornam à exploração (ex: por empréstimos e cobrições, por participação em leilões, feiras, exposições)

Tabela 4 (continuação)

Material, equipamentos e veículos	Áreas da exploração onde é permitida a circulação dos veículos externos
	Ter material e equipamento (ex: facas de casco, material de descorna, máquinas tosquiadoras, equipamento doseador, equipamento veterinário, material de injeção) de uso exclusivo na exploração, ou de uso exclusivo para cada grupo de animais
	Manutenção do material, equipamento e veículos, no que toca à sua limpeza e desinfecção
Pessoas	Áreas da exploração onde é permitida a circulação dos visitantes
	Informação dada aos visitantes (incluindo condutores de veículos) sobre as regras de higiene e limpeza a cumprir durante a visita à exploração
	Formação dos trabalhadores em boas práticas de biossegurança
	Disponibilizar vestuário, calçado, ou protetores de vestuário e calçado para uso exclusivo na exploração
Alimentos, água e outros abastecimentos	Manutenção de um local designado para armazenamento de alimento concentrado (exemplo: silos), e utilização do mesmo para esse efeito
	Manutenção de um local designado para armazenamento de feno e palha, e utilização do mesmo para esse efeito
	Fazer um controlo de qualidade da fonte de água da exploração
	Haver possibilidade de acesso dos bovinos a fontes de água não controladas e/ou potencialmente contaminadas
	Possibilidade de contaminação com fezes dos comedouros e bebedouros
Gestão de resíduos e cadáveres	Aplicação ou não de estrume/chorume de outras origens
	Manutenção de uma área designada para armazenamento de estrume/chorume de outras origens, e utilização da mesma para esse efeito
	Respeitar um período de tempo entre a distribuição de estrume/chorume e permissão de acesso dos bovinos a esses locais
	Manutenção de uma área designada para o armazenamento de cadáveres, e utilização da mesma para esse efeito
Sanidade animal	A limpeza dos parques e dos animais
	Ter registos atualizados da presença/ausência de doenças com interesse para o produtor no efetivo
	Existência de uma área designada para isolamento de animais por doença ou suspeita de doença (incluindo abortos), e utilização da mesma para esse efeito
	Ter registos atualizados dos protocolos de tratamentos realizados na exploração
	Ter registos atualizados de execução de um plano de desparasitação
	Ter registos atualizados de execução de um plano de vacinação
	A divisão do efetivo na exploração (ex: número de grupos de produção e a sua organização em diferentes áreas da exploração)
	Seguimento de uma ordem pré-definida dos trabalhos de manejo animal (ex: começar pelo manejo dos animais mais jovens, seguido do manejo dos animais mais velhos, e terminando com o manejo dos animais em isolamento)

6.2. Revisão sistemática de fatores de risco e fatores protetores de doenças infecciosas

6.2.1. Introdução de efetivo

6.2.1.1. Reposição com animais externos

Na sua revisão bibliográfica, Van Winden, Stevens, Guitian e McGowan (2005)² chegaram à mesma conclusão que Duncan (1990) - a introdução de novos animais é uma das principais formas disseminação entre manadas de agentes patogénicos transmissíveis por contato direto, constituindo o principal fator de risco para introdução de doenças numa exploração de bovinos.

A mesma observação foi feita por múltiplos autores, que recorrentemente identificaram a introdução de novos animais como fator de risco significativo para diversas doenças, representando um aspeto de biossegurança prioritário na unidade de produção (anexo 2). Tomando BVD como exemplo, vários estudos evidenciaram a compra de animais como fator de risco para a seropositividade da manada: compra de animais (OR=1.8) (Valle et al. 1999), animais comprados (OR= 3.83) (Mainar-Jaime et al., 2001), entre outros. Foi inclusive feito um estudo que identificou a manutenção de uma manada fechada como fator protetor para seropositividade da mesma a BVDV (OR=0.12) (Gates, Humphry, Gunn & Woolhouse, 2014).

6.2.1.2. Seleção dos animais a introduzir

Aquando da seleção dos animais a introduzir, o número de animais introduzidos é reconhecido como um fator de risco para várias doenças, assim como o número de explorações onde se obtêm novos animais (anexo 2).

Puerto-parada et al. (2018) observaram que as explorações que procuraram saber o estatuto sanitário individual e da manada para MAP das potenciais origens antes da compra pareceram apresentar uma menor probabilidade de serem positivas a este agente, em comparação com explorações que não tomaram esta medida de prevenção. Isto porque o risco de introdução de Paratuberculose numa manada aumenta grandemente com o aumento da prevalência de infeção na exploração de origem dos bovinos a introduzir (Wells, 2000). Estes estudos vêm evidenciar a importância de investigar o estatuto sanitário das explorações de origem dos animais a introduzir, especialmente em doenças como a Paratuberculose, cujos meios de diagnóstico individuais são pouco fidedignos.

Adicionalmente, características como a idade, género e condição fisiológica dos animais introduzidos podem ser fatores de risco para várias doenças infecciosas (anexo 3).

2-Van Winden, S., Stevens, K., Guitian, J. & McGowan, M., (2005). Preliminary findings of a systematic review and expert opinion workshop on biosecurity on cattle farms in the UK. *Cattle Practice*, 13, 135–140.

Conforme o agente infeccioso em causa, o risco de infecção pode aumentar ou diminuir com a idade do animal. Tal como foi observado em vários estudos (anexo 3), animais mais velhos têm maior probabilidade de apresentar certas infecções crónicas, tais como Tricomoníase genital bovina, Leptospirose ou Paratuberculose (Jakobsen, Alban & Nielsen, 2000; Levett, 2001; Ondrak, 2016), ou latentes, como infecções por BHV-1 (Boelaert et al., 2005; Solis-calderon, Segura-correa, Segura-Correa & Alvarado-Islas, 2003). Por outro lado, para doenças congénitas ou adquiridas pouco tempo após o nascimento, o risco de doença associado à introdução de animais jovens é superior (Taylor et al., 2005). No caso da Paratuberculose, apesar da excreção do agente MAP apenas começar numa idade mais avançada, a entrada de animais jovens assintomáticos é uma importante forma de introdução da doença na exploração (Puerto-parada et al., 2018).

No caso de BVD, o risco de ocorrência de infecção transitória (indivíduos transitoriamente infetados (TI's)) aumenta com a idade (Mainar-Jaime, Berzal-Herranz, Arias & Rojo-Vázquez, 2001), mas a infecção persistente (indivíduos persistentemente infetados (PI's)) ocorre *in utero* (Larson et al., 2004). Devido à imunossupressão e suscetibilidade à doença das mucosas que os caracteriza, são poucos os bovinos PI's que vivem para além dos 3 anos de idade, pelo que indivíduos das faixas etárias mais jovens representam um maior risco para esta doença (Gates et al., 2014).

A aquisição de fêmeas gestantes constitui um risco de introdução de agentes infecciosos com possibilidade de transmissão vertical (Dubey, Schare & Ortega-Mora, 2007; Smith et al., 2010; Whittington & Windsor, 2009). Tomando BVDV como exemplo, a infecção da fêmea entre aproximadamente os 30 e 120 dias de gestação pode resultar no nascimento de um vitelo PI (Fray, Paton & Alenius, 2000; Lanyon, Hill, Reichel & Brownlie, 2014; Lindberg & Houe, 2005; Smith & Grotelueschen, 2004). Na língua inglesa, estas fêmeas são designadas *Trojan dams*, devido à sua similaridade com o cavalo de Tróia. Estas fêmeas podem parecer saudáveis e imunes ao vírus de BVD, mas trazem consigo uma importante fonte de infecção da doença. O nascimento de um vitelo PI representa um risco epidemiológico importante, pois estes indivíduos são responsáveis pela excreção de grandes quantidades do vírus (Lanyon et al., 2014; Reardon et al., 2018). Na República da Irlanda, nascimentos de bovinos positivos a BVDV a partir de *Trojan dams* foram identificados como mais prováveis em manadas de bovinos de carne do que em manadas de bovinos de leite (Reardon et al., 2018). Num estudo realizado por Gates, Humphry, Gunn e Woolhouse (2014) no Reino Unido, concluiu-se que as chances de uma manada de bovinos de carne ser seropositiva para BVDV era 2.18 vezes superior em caso de compra de novilhas grávidas, e 2.09 vezes superior em caso de compra de vacas acompanhadas por um vitelo.

Relativamente ao sexo dos indivíduos, certas doenças parecem ser mais prevalentes em machos, como é o caso de IBR (Boelaert et al., 2005), e bovinos que já iniciaram atividade sexual têm maior probabilidade de serem portadores de doenças reprodutivas como Campilobacteriose genital bovina e Tricomoniase genital bovina (BonDurant, 2007; Sahin, Yaeger, Wu & Zhang, 2017). O risco associado a estas doenças também é superior em touros, reconhecidos reservatórios e disseminadores dos seus agentes etiológicos, e tende a aumentar com a idade dos machos (Jin et al., 2014).

6.2.1.3. Quarentena

Não fazer quarentena de novos animais aquando da sua chegada à exploração surgiu na bibliografia como um fator de risco de introdução de vários agentes infecciosos numa exploração (anexo 4). Aquando da compra de um novo animal, não fazer quarentena foi significativamente associado à seropositividade do animal introduzido para BVDV (OR=1.1) (Talafta, Ababneh, Hirche, Ababneh & Al-Majali, 2009). Não fazer quarentena foi também associado a infeção da manada com *Leptospira* spp. (OR=16.172) (Ferreira et al., 2017).

6.2.2. Contactos com outros animais

6.2.2.1. Contacto direto através dos limites da exploração

No anexo 5 são apresentados fatores de risco relacionados com o contacto pelos limites da exploração que, em diversos estudos, foram associados à ocorrência de várias doenças.

Regiões com maior número de explorações, nas quais a distância entre unidades de produção é menor, pode representar maior risco de transmissão de doenças entre manadas (van Schaik et al., 1998; Van Wuijckhuise, Bosch, Franken, Frankena & Elbers, 1998). A existência de explorações ou pastagens contíguas, especialmente as frequentadas por animais cujo estatuto sanitário é desconhecido, aumentam a probabilidade de transmissão de doenças através das vedações. A existência de explorações contíguas foi identificada como fator de risco para o estatuto sanitário positivo da manada para BHV-1 (OR=1.13) (Grady et al., 2008), um dos vários exemplos que evidenciam a importância da distância entre explorações (anexo 5).

A fauna silvática existente na periferia da exploração também representa um perigo sanitário, variável com as espécies presentes e respetivas densidades populacionais e prevalências de doenças. A passagem indesejada de animais através dos limites da exploração constitui um fator de risco reconhecido para doenças de transmissão direta, incluindo doenças reprodutivas como Leptospirose, Campilobacteriose genital bovina e Tricomoniase genital bovina (BonDurant, 2005). Nestas e noutras doenças transmissíveis venereamente, o

contacto sexual entre animais de diferentes origens constitui um importante fator de risco para a transmissão da infeção entre indivíduos. A invasão da propriedade por touros vizinhos foi evidenciada como fator de risco para o estatuto sanitário positivo da manada para *Campylobacter fetus* (OR=2.03) (Jimenez, Perez, Carpenter & Martinez, 2011), e a fuga de vacas e mistura com outros bovinos como fator de risco para a introdução de BHV-1 numa manada certificada como livre da infeção (OR=6.45) (van Schaik et al., 2001).

O contacto focinho-a-focinho com outros animais é uma importante via de transmissão de doenças como BVD e IBR (Muylkens, Thiry, Kirten, Schynts & Thiry, 2007; Niskanen & Lindberg, 2003). O contacto focinho-a-focinho entre pastagens foi identificado como fator de risco para a seropositividade da manada para BVDV (OR=2.3) (Valle et al., 1999), demonstrando a importância de limites da exploração que sejam capazes de evitar este tipo de contacto. Em 2002, foi proposto por Crawshaw³ que um intervalo de 3 metros na vedação dupla reduz significativamente o risco de disseminação de doenças como BVD e IBR (Mee et al., 2012).

6.2.2.2. Partilha de espaços

A partilha de espaços com animais externos pode representar um fator de risco significativo para numerosas doenças (anexo 6). O aumento de proximidade entre indivíduos que advém da partilha de espaços ocasiona a infeção por aerossóis a curtas distâncias, uma potencial via de transmissão para agentes etiológicos como BHV-1 e BVDV (Larson et al., 2004; Mars, Bruschke & Oirschot, 1999).

Um dos vários exemplos identificados na literatura é o estudo realizado por Van Schaik et al. (2002), no qual se observou que quando os bovinos pastaram em outras explorações, tinham chances sete vezes superiores de introduzir os agentes infecciosos BHV-1, BVDV, *S. dublin* e *L. hardjo* numa manada com estatuto sanitário livre destas doenças.

Conforme a doença, animais infetados podem excretar agentes infecciosos em diferentes tipos de material biológico, tais como secreções nasais, oculares, ou vaginais, fezes, urina, sêmen, leite, abortos e fluidos e tecidos fetais (Dubey et al., 2007; Larson et al., 2004; Levett, 2001; Nandi et al., 2009; Wolf, Barkema, De Buck & Orsel, 2016). A contaminação do ambiente partilhado com material biológico infetante pode propiciar a infeção indireta de indivíduos suscetíveis (Fernández-Silva, Vásquez & Correa-Valencia, 2017; Künzler et al., 2014; O'Doherty, Berry, O'Grady, & Sayers, 2014).

A presença de animais de outras espécies na exploração, com possibilidade de contato com os bovinos, pode ser um fator de risco para certas doenças. Por exemplo, existência de cães nos mesmos espaços que os bovinos é um importante risco para a transmissão horizontal de Neosporose aos bovinos, por propiciar a ingestão dos oocistos do parasita que são excretados nas fezes de canídeos (Bartels, Wouda & Schukken, 1999). Por outro lado, cães que consomem tecidos infetados com bradizoítos, como placentas de bovinos, dão continuidade ao ciclo de vida deste parasita na exploração (Dubey et al., 2007). A presença de cães na exploração foi evidenciada como fator de risco para esta doença em vários estudos (anexo

3-Crawshaw, M., Caldow, G., Gunne, G. & Rusbridge, S. (2002). *Herd Biosecurity for Cattle*.

6), tais como os realizados por Bartels et al. (1999) (OR=4.2) e por Fávero et al. (2017b) (OR=2.22). Infecções de pequenos ruminantes (ovinos e caprinos) pelos os vírus BVDV e BHV-1 já foram diagnosticadas, e a infecção de bovinos com BVDV e MAP a partir de ovinos já foi comprovada, o que evidencia o potencial papel destas espécies na transmissão de diversos agentes infecciosos a bovinos (Larson et al., 2004; Muylkens et al., 2007; Raaperi et al., 2014; Truysers & Jennings, 2016).

6.2.2.3. Controlo de pragas

Os roedores são um importante reservatório de *Leptospira* spp., e a sua presença na propriedade pode levar à contaminação de alimentos, água e áreas de produção (como pastagens) com este agente etiológico (Campos et al., 2017; Levett, 2001).

A presença de aves na exploração foi associada à presença de agentes como *Neospora caninum* (Bartels et al., 1999) e MAP (Fernández-Silva et al., 2017), e agentes como BVDV (Larson et al., 2004) e MAP (Fischer et al., 2001) já foram isolados de insetos, demonstrando o potencial destas espécies como vetores para diversas doenças.

6.2.2.4. Seleção dos animais reprodutores

A monta natural inclui os riscos de doença associados não só à entrada de animais externos na exploração, como o contacto sexual ocasionado pela cobrição natural. Entre os exemplos apresentados no anexo 7 destaca-se o uso de monta natural, que foi significativamente associado à infecção na manada com BHV-1 (OR=1.48) (Dias et al., 2013), e à infecção no indivíduo com *Tritrichomonas foetus* (OR=2.4) (Baltazar de Oliveira et al., 2015).

A visita de animais reprodutores externos a várias explorações é frequente, existindo o risco de introduzir ou de adquirir agentes patogénicos aquando das suas movimentações entre diferentes explorações (Maia & Corrêa, 2014; Mardones, Perez, Martínez & Carpenter, 2008). Tal como foi descrito no subtópico “Partilha de espaços”, a presença de bovinos de outras

origens nos mesmos espaços que o efetivo representa um risco sanitário para a exploração, ainda que a estadia dos animais reprodutores seja temporária. Contudo, as doenças de transmissão venérea ganham particular importância neste contexto (BonDurant, 2005; Rae et al., 2004; Rae & Crews, 2006; Sahin et al., 2017), devido ao risco associado à cobertura natural.

6.2.2.5. Maneio no retorno

A saída de bovinos da exploração - para visitas a outras explorações ou para participação em feiras, leilões ou exposições - pode representar fator de risco para ocorrência de certas doenças, nomeadamente quando os bovinos retornam à exploração após contacto com outros animais (Ezanno et al., 2006; Nöremark, Håkansson, Lewerin, Lindberg & Jonsson, 2011; van Schaik et al., 1998; Wells, 2000). O impacto do retorno à exploração após saída da exploração foi evidenciado em estudos como o de Van Schaik et al. (2002), que evidenciou o retorno à exploração após feira ou leilão como um fator de risco associado à introdução de BHV-1, BVDV, *S. dublin* e *L. hardjo* em manadas com estatuto sanitário livre de tais doenças (OR=12.6) (anexo 8).

6.2.3. Veículos e equipamentos

6.2.3.1. Circulação de veículos externos

A utilização de veículos nas várias atividades de manejo animal possibilita a sua contaminação com agentes infecciosos, a partir de material biológico infetante (Fernández-Silva et al., 2017; Künzler et al., 2014; O'Doherty et al., 2014; Sanderson & Gnad, 2002; Van Schaik et al., 2002). O risco de transmissão de doenças associado a veículos varia com o tipo de veículo (Sarrazin et al., 2014a), e a utilização de meios de transporte externos compromete a biossegurança da exploração, pois a possibilidade de contato destes veículos com agentes patogénicos presentes em outros locais é muitas vezes desconhecida e difícil de determinar com precisão.

6.2.3.2. Material e equipamento usado na exploração

Tal como nos veículos, a utilização de materiais e equipamentos em manejo animal pode significar a sua contaminação com agentes patogénicos, a partir de material biológico infetante (Fernández-Silva et al., 2017; Künzler et al., 2014; O'Doherty et al., 2014; Sanderson & Gnad, 2002; Van Schaik et al., 2002). Assim sendo, materiais e equipamentos podem atuar como fómites na transmissão de agentes etiológicos, não só entre explorações, mas também entre animais da mesma exploração (Lindberg & Alenius, 1999; Wells et al., 2002; Wells & Wagner, 2000; Wolf et al., 2016).

6.2.3.3. Limpeza e desinfecção

A presença de material orgânico pode significar a contaminação com agentes infecciosos, que caso entrem em contacto com animais são por uma via de transmissão viável podem resultar em infeção (Lindberg & Alenius, 1999; O'Doherty et al., 2014; Sahin et al., 2017). Veículos, materiais e equipamentos que são partilhados com outras explorações têm um risco de acrescido (Gates et al., 2013; Nöremark, Lewerin, Ernholm & Frössling, 2016; Wells et al., 2002).

6.2.4. Pessoas

6.2.4.1. Circulação de visitantes

As pessoas também podem contribuir para a transmissão de doenças animais, atuando como fômites quando se deslocam entre diferentes locais – entre explorações ou dentro da mesma exploração (Johnson-Ifearewande & Kaneene, 1998; Laureyns et al., 2010; Lindberg & Alenius, 1999). No que toca a pessoas externas, a possibilidade de contaminação de roupa e calçado com agentes infecciosos antes de visitarem a exploração nunca deve ser descartada, pelo que o seu contacto com os bovinos da manada pode resultar na infeção de indivíduos suscetíveis (Lindberg & Alenius, 1999; O'Doherty et al., 2014; van Schaik et al., 1998; Van Schaik et al., 2002). Tal como consta no anexo 9, foi encontrada associação entre o número de visitantes por semana que contacta com bovinos mais que uma vez, e a seropositividade da manada para BHV-1 (OR=4.06) (van Schaik et al., 1998)

6.2.4.2. Regras de higiene, limpeza e biossegurança

Ao longo da revisão sistemática, os únicos fatores associados ao cumprimento de regras de higiene, limpeza e biossegurança identificados foram fatores protetores de doença (anexo 10). Tomando como exemplo o uso assíduo de vestuário de proteção, um estudo de Van Schaik et al. (2001) evidenciou esta prática como sendo um fator protetor para a introdução de BHV-1 numa manada certificada como livre de infeção (OR=0.43).

6.2.5. Alimentos, água e outros abastecimentos

6.2.5.1. Armazenamento de abastecimentos

Alimentos para consumo animal numa exploração podem representar um risco para doenças transmissíveis por via oro-nasal, que encontram na ingestão de alimento contaminado com os seus agentes etiológicos uma porta de entrada para hospedeiros suscetíveis (Houe et al., 2004). A importância do correto armazenamento de alimentos foi demonstrada num estudo realizado por Fávero et al., (2017a), que identificou o acesso de roedores aos alimentos dos

bovinos como fator de risco significativo para a seropositividade de bovinos (OR=1.54) para *Leptospira* spp. (anexo 11).

6.2.5.2. Controle de qualidade da fonte de água

Tal como os alimentos, a água para consumo animal numa exploração representa um risco para doenças transmissíveis por via oro-nasal, que através da ingestão de água contaminada com os seus agentes etiológicos podem infectar hospedeiros suscetíveis (Houe et al., 2004).

Conforme as condições ambientais em que se encontra, a água pode atuar como reservatório para vários agentes etiológicos, representando um fator de risco para tais doenças. O recurso a lago como fonte de água da exploração foi significativamente associado a seropositividade de bovinos para *Leptospira* spp. (OR=1.38), e no mesmo estudo, o recurso a rio como fonte de água foi associado a um risco superior ao primeiro, com um OR de 4.43 (Fávero et al., 2017a). Mais exemplos de fatores de risco relativos à qualidade da água podem ser consultados no anexo 12.

6.2.5.3. Contaminação dos comedouros e bebedouros com fezes

A presença de fezes nos alimentos e água para consumo dos bovinos cria a oportunidade de infeção via oro-nasal a partir de agentes patogénicos que são excretados pelas fezes, como por exemplos MAP (Barrett et al., 2011; Elliott, Hough, Avery, Maltin & Campbell, 2015; Wolf et al., 2016) e *Neospora caninum* (Bartels et al., 1999). Desta forma, a contaminação dos comedouros e bebedouros com fezes – não só de bovinos, mas também de outras espécies como aves, pequenos ruminantes e cães - constitui um fator de risco para várias doenças.

6.2.6. Gestão de resíduos e cadáveres

6.2.6.1. Uso e armazenamento de estrume ou chorume de outras origens

O estrume ou o chorume são considerados materiais biológicos de risco, visto poderem constituir fontes de infeção de doenças cujos agentes etiológicos são eliminados em excreções de animais, e que se mantêm infetantes nestes subprodutos durante períodos de tempo consideráveis após a sua eliminação (Villarroel, Dargatz, Lane, McCluskey & Salman, 2007). Assim sendo, o uso de estrume ou chorume na exploração, nomeadamente em áreas às quais os bovinos têm acesso, é um fator de risco para várias doenças (Fernández-Silva et al., 2017; MBP, 2013; Wells et al., 2002; Wolf et al., 2016). Tomando MAP como exemplo, foi observado que após excreção por via fecal, este agente é capaz de sobreviver até 9 meses em fezes infetadas (Bennett et al., 2012). Um estudo realizado nos Estados Unidos (anexo 13) determinou que a exposição de vitelos de zero a seis semanas a fezes de adultos estava

significativamente associada à presença de infecção com MAP na manada (OR=30.5) (Obasanjo et al., 1997). Optar pela utilização de estrume ou chorume de outras origens representa um risco de introdução de doenças como a Paratuberculose, em particular quando não é investigado o estatuto sanitário da exploração de onde provém o subproduto importado (Bennett et al., 2012; Ezanno et al., 2006; Obasanjo et al., 1997). A distribuição de estrume em solos para cultivo é uma boa alternativa aos solos para pastagens, contudo não está livre de riscos, existindo a possibilidade de contaminação de futuras colheitas (Villarroel et al., 2007).

6.2.6.2. Gestão de cadáveres

Os cadáveres dos animais da exploração também podem ter um papel relevante na transmissão de vários agentes patogénicos, particularmente quando a morte dos indivíduos é devida a causas infecciosas. Os riscos sanitários são devidos à possibilidade de contacto direto ou indireto de animais suscetíveis com esta potencial fonte de agentes infecciosos. (Chiebao et al., 2015; Dewulf & Van Immerseel, 2018).

6.2.7. Sanidade animal

6.2.7.1. Limpeza dos parques e dos animais

A contaminação dos espaços e dos animais com material biológico contaminado, tais como fezes e urina, constitui um fator de risco para várias doenças (anexo 14). A limpeza ganha especial importância para agentes infecciosos como MAP, tendo Johnson-Ifeorulundu e Kaneene (1998) identificado a prática de limpar a zona de parto após cada uso como fator protetor para o estatuto sanitário da manada para MAP (OR=0.28). Já a contaminação do úbere das vacas no pré-parto com fezes, foi evidenciada em outro estudo como fator de risco para o estatuto sanitário da manada para MAP (OR=6.38) (Ansari-Lari, Haghkhah, Bahramy & Baهران, 2009).

6.2.7.2. Registos de doenças e tratamentos

No anexo 15 contam alguns exemplos de estudos nos quais diagnósticos positivos foram identificados como fatores de risco significativos para vários agentes etiológicos, tais como *Campylobacter fetus* (OR=1.33) (Jimenez et al., 2011), *Tritrichomonas foetus* (OR=4.06) (Mardones et al., 2008), BVDV (OR=13.8) (Sarrazin et al., 2013), MAP (OR=6.71) (Johnson-Ifeorulundu & Kaneene, 1998), *Neospora caninum* (OR=3.36) e *Leptospira* spp. (OR=1.84) (Sanhueza et al., 2013). Estes dados vêm demonstrar a importância do diagnóstico e registo das doenças para o acompanhamento do estatuto sanitário da manada e/ou dos bovinos.

A observação e registo de índices produtivos e sinais clínicos dos bovinos é também relevante para controlo das doenças presentes na exploração. A título de exemplo, taxas de gravidez inferiores a 90% foram evidenciadas como fatores de risco para manadas positivas a agentes como *Campylobacter fetus*, com um OR de 2.00 (Jimenez et al., 2011), e para *Tritrichomonas foetus*, com um OR de 4.07 (Mardones et al., 2008). Aborto também foi evidenciado como fator de risco para agentes como BHV-1 (OR=1.45) (Dias et al., 2013), e *Neospora Caninum* (OR=8.307) (Beck et al., 2010). No caso da Paratuberculose, a existência de história de sinais clínicos típicos de infeção por MAP num indivíduo foi evidenciada como fator de risco para a sua seropositividade (OR=2.27) (Hirst et al., 2004). Estes e mais exemplos da importância dos registos de sinais clínicos, índices produtivos e diagnósticos no controlo e prevenção de doenças são apresentados no anexo 15.

6.2.7.3. Isolamento

Sendo o contacto direto ou indireto entre animais suscetíveis e fontes de infeção uma via de transmissão importante para vários agentes infecciosos, o seu contacto com animais doentes ou portadores de tais agentes pode representar um risco de disseminação de doenças na exploração (Houe et al., 2004). Desta forma, o isolamento de animais pode representar um fator protetor para certos agentes etiológicos, tal como foi evidenciado por Ferreira et al. (2017) para a ocorrência de infeção na manada por *Leptospira* spp. (OR=0.006) (anexo 16).

6.2.7.4. Planos de desparasitação e de vacinação

Durante a revisão sistemática, não foram encontrados fatores de risco ou fatores protetores relacionados com a implementação de planos de desparasitação. Por outro lado, alguns exemplos que demonstram a importância de um plano de vacinação são apresentados no anexo 17, entre os quais um estudo por Ferreira et al. (2017), que evidenciou a vacinação como fato protetor para a ocorrência de infeção na manada por *Leptospira* spp. (OR=0.090). Por outro lado, Graham, Clegg, Lynch & More, 2013 (2013) identificaram a não vacinação dos animais foi como fator de risco para a presença de pelo menos um vitelo positivo para BVDV na manada (OR=3.08).

6.2.7.5. Material biológico de origem externa

O risco associado à introdução de material biológico externo é variável como a agente infeccioso em causa, com o estatuto sanitário da exploração e do animal de onde é proveniente, e do tipo de tratamento a que o material biológico é submetido. Durante a revisão sistemática, não foi identificado qualquer fator de risco relativo ao uso de material biológico de origem externa, apenas fatores protetores (anexo 18). Exemplos incluem o uso de transferência de

embriões como fator protetor para a seropositividade da manada para *Neospora caninum* (OR=0.69) (Vanleeuwen et al., 2010) e a administração de colostro de origem externa como fator protetor para a positividade da manada para Paratuberculose (OR=0.19) (Barrett et al., 2011).

6.2.7.6. Divisão do efetivo na exploração

O contacto entre grupos de animais suscetíveis e grupos de animais potencialmente portadores de certos agentes infecciosos pode ser um fator de risco para a transmissão e persistência de tais infeções no interior da exploração (anexo 19).

Alojar efetivo reprodutor em áreas ocupadas previamente por indivíduos PI aumenta o risco de infeção deste grupo produtivo com BVDV (Niskanen & Lindberg, 2003). As vacas gestantes constituem um grupo de risco para várias doenças com impacto na reprodução, entre as quais algumas que são potencialmente transmissíveis *in utero*, (Ezanno et al., 2008; Whittington & Windsor, 2009).

Devido à sua reduzida imunidade, a suscetibilidade de animais recém-nascidos a agentes infecciosos qualifica-os como grupo de risco para várias doenças, pelo que as fases do parto e pós-parto são importantes aspetos a considerar em termos de biossegurança (Elliott, Hough, Avery, Maltin, & Campbell, 2015).

O estado de limpeza e desinfeção destas áreas de produção ganha particular relevância em doenças como a Paratuberculose e Leptospirose, para as quais a existência de fezes e urina contaminadas no local do parto facilitam a infeção dos animais recém-nascidos com os agentes etiológicos presentes no ambiente (Berghaus, Lombard, Gardner, & Farver, 2005). Ainda relativamente ao local de partos, tendo em conta que a área onde os animais doentes são isolados é um dos locais da exploração com maior probabilidade de contaminação com agentes infecciosos, o nascimento de vitelos neste tipo de ambiente proporciona a exposição de um grupo etário altamente suscetível a um importante risco sanitário (Berghaus et al., 2005; Wells, 2000). A utilização de parques de parto para o isolamento de animais doentes foi identificada como fator de risco para a ocorrência de surtos de aborto associados a *Neospora caninum* (OR=34.41) (Bartels et al., 1999).

6.2.7.7. Maneio animal

O manejo animal é um aspeto de biossegurança relevante porque as pessoas, vestuário, calçado e outro material e equipamento podem atuar como fômites no interior da propriedade, propiciando a transmissão indireta de agentes infecciosos presentes em certa área de produção a uma ou mais áreas de produção livres de tal agente (Houe et al., 2004). O risco de biossegurança interna associado ao manejo animal é maior nas unidades de produção que recorrem aos mesmos indivíduos e materiais para manejo de vários grupos produtivos (Wells et al., 2002).

6.2.8. Características gerais da exploração

Ao longo da revisão sistemática, foram evidenciados diversos fatores de risco que, apesar da sua associação com a ocorrência de doenças, não representam evidência específica para qualquer dos tópicos de biossegurança abordados neste trabalho. Por este motivo, fatores de risco significativos como a produção em sistema extensivo, a produção de bovinos de carne e o tamanho da manada, foram agrupados num conjunto que se designou “Características gerais da exploração”. De entre os fatores de risco deste conjunto, destaca-se o fator “tamanho da manada” pelo número de estudos e número de doenças em que foi evidenciado como tendo uma associação significativa com presença de doença (anexo 20).

6.3. Processo Delphi

6.3.1. Participação no processo Delphi

Na primeira ronda do Delphi foram incluídos um total de 57 participantes, entre os quais 35 médicos veterinários (61,4% dos participantes) e 22 produtores de bovinos (38,6% dos participantes). Responderam à segunda ronda 23 dos 57 participantes iniciais, entre os quais 18 médicos veterinários (78,3% dos participantes) e cinco produtores (21,7%), representando uma taxa de participação de 40,0% na última ronda do Delphi. A taxa de participação de médicos veterinários na última ronda foi de 51,4%, e a de produtores foi de 22,7%.

6.3.2. Primeiro subgrupo de aspetos de biossegurança

As distribuições percentuais das opiniões gerais na primeira e segunda ronda para estes aspetos de biossegurança encontram-se representadas nos gráficos 2 e 3, respetivamente.

Gráfico 2 – Distribuição percentual das opiniões gerais do primeiro subgrupo de aspetos de biossegurança na primeira ronda

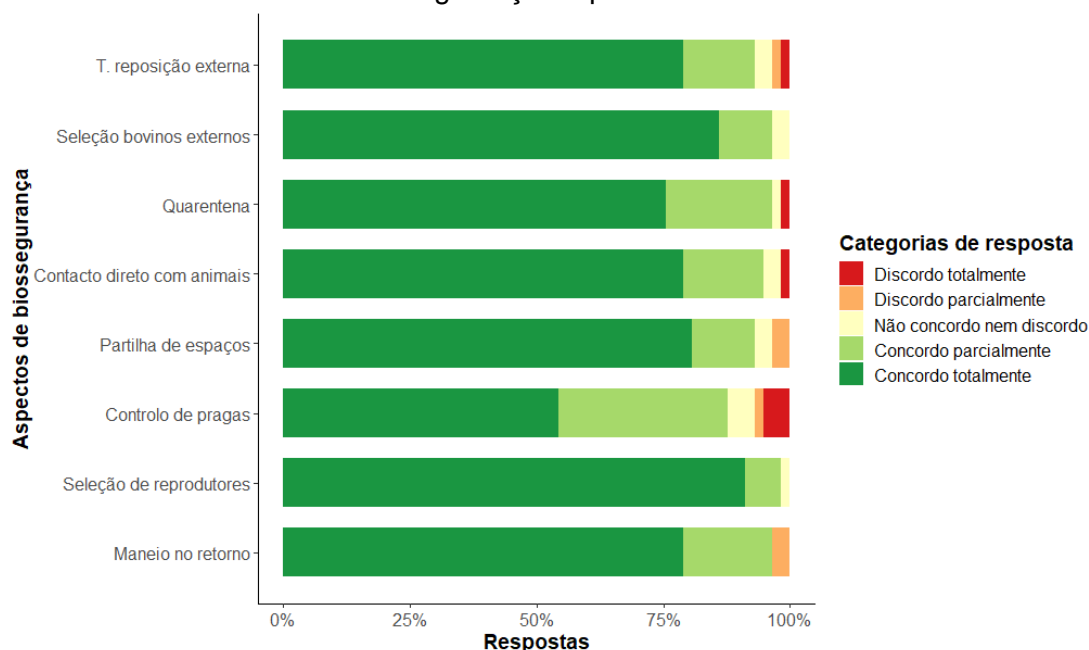
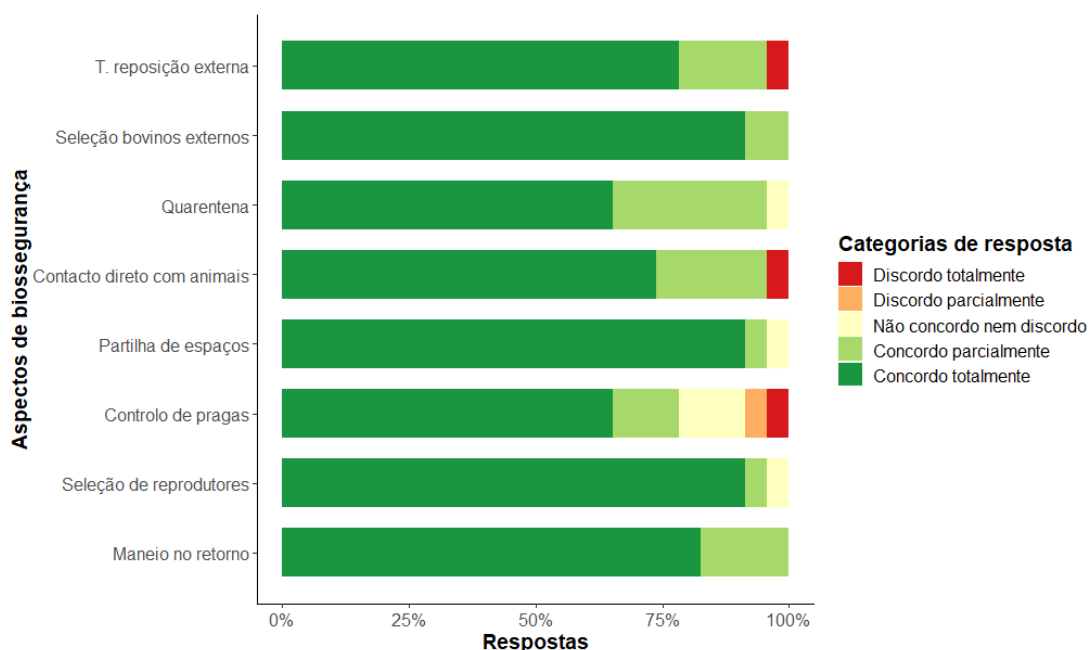
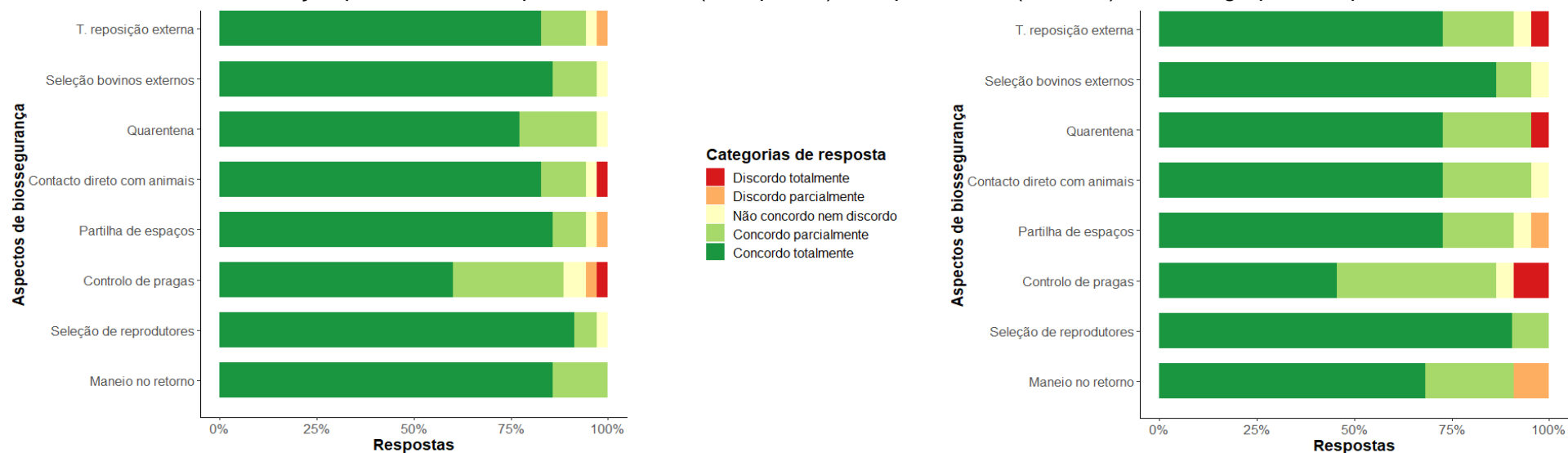


Gráfico 3 – Distribuição percentual das opiniões gerais do primeiro subgrupo de aspetos de biossegurança na segunda ronda

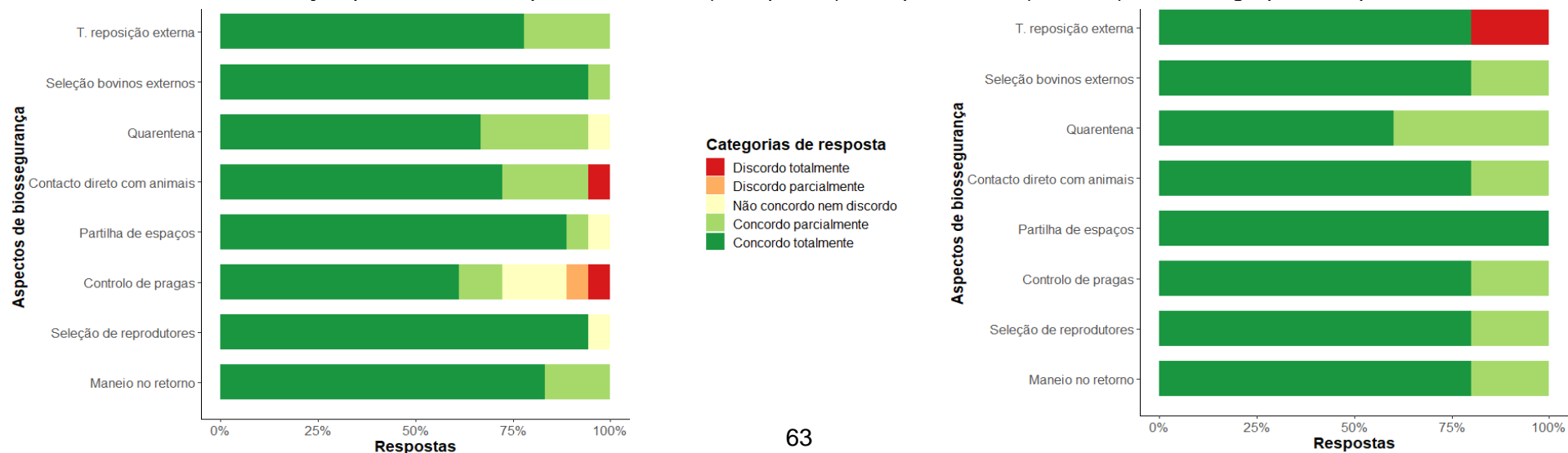


Após divisão das respostas dadas na primeira ronda por médicos veterinários e produtores, a distribuição percentual das opiniões de cada subgrupo de participantes para estes aspetos de biossegurança é apresentada nos gráficos 4 e 5, respetivamente. Relativamente à segunda ronda, a distribuição percentual das opiniões de médicos veterinários está representada no gráfico 6, e a dos produtores está representada no gráfico 7.

Gráficos 4 e 5 – Distribuição percentual das opiniões de MV's (à esquerda) e de produtores (à direita) do 1º subgrupo de aspetos na 1ª ronda



Gráficos 6 e 7 – Distribuição percentual das opiniões de MV's (à esquerda) e de produtores (à direita) do 1º subgrupo de aspetos na 2ª ronda



No primeiro subgrupo de aspetos de biossegurança, as opiniões gerais (tabela 5) da primeira ronda atingiram concordância ($A \geq 0.75$) em sete dos oito aspetos, na categoria de resposta “Concordo totalmente”. Da primeira para a segunda ronda foi observada uma diminuição da concordância em quatro dos aspetos de biossegurança, em particular na “Taxa de reposição externa” e “Contacto direto com animais”. O aumento da concordância observado nos restantes aspetos foi maior para “Partilha de espaços” e “Maneio no retorno”.

A concordância na categoria de resposta “Concordo totalmente” foi mantida na segunda ronda para os mesmos aspetos que na primeira ronda, entre os quais os aspetos “seleção bovinos externos”, “Partilha de espaços”, “Seleção de reprodutores” e “Maneio no retorno” obtiveram coeficientes de concordância superiores a 0.90. A concordância obtida no aspeto “Contacto com outros animais” pode ser considerado baixa, tendo em conta que o seu valor de medida de concordância equivale ao valor mínimo necessário para a existência de concordância nas opiniões recolhidas ($A=0.75$). O aspeto “Controlo de pragas” obteve o valor de concordância mais baixo registado entre os 33 aspetos de biossegurança ($A=0.65$). Por outro lado, o aspeto “Seleção bovinos externos” foi um dos aspetos que obteve um valor de concordância mais elevado ($A=0.96$).

Tabela 5 - Valores da medida de concordância de van der Eijk (A) obtidos no primeiro subgrupo de aspetos de biossegurança, calculados por aspeto e por ronda, em conjunto com a variação entre os valores da medida de concordância de van der Eijk calculados na primeira e na segunda ronda.

Aspeto de biossegurança	Concordância 1ª Ronda (A1)	Concordância 2ª Ronda (A2)	Variação entre rondas (A2-A1)
Taxa de reposição externa	0.83	0.77	-0.07
Seleção bovinos externos	0.91	0.96 ^a	0.04
Quarentena	0.83	0.80	-0.03
Contacto direto com animais	0.84	0.75	-0.09
Partilha de espaços	0.85	0.93	0.08
Controlo de pragas	0.63 ^b	0.65 ^b	0.03
Seleção de reprodutores	0.95 ^a	0.93	-0.01
Maneio no retorno	0.84	0.91	0.08

a - Aspetos com concordância elevada ($A \geq 0.95$), b - Aspetos com concordância baixa ($A < 0.75$)

6.3.3. Segundo subgrupo de aspetos de biossegurança

As distribuições percentuais das opiniões gerais da primeira e segunda ronda para o segundo subgrupo de aspetos de biossegurança encontram-se representadas nos gráficos 8 e 9, respetivamente.

Gráfico 8 – Distribuição percentual das opiniões gerais do segundo subgrupo de aspetos de biossegurança na primeira ronda

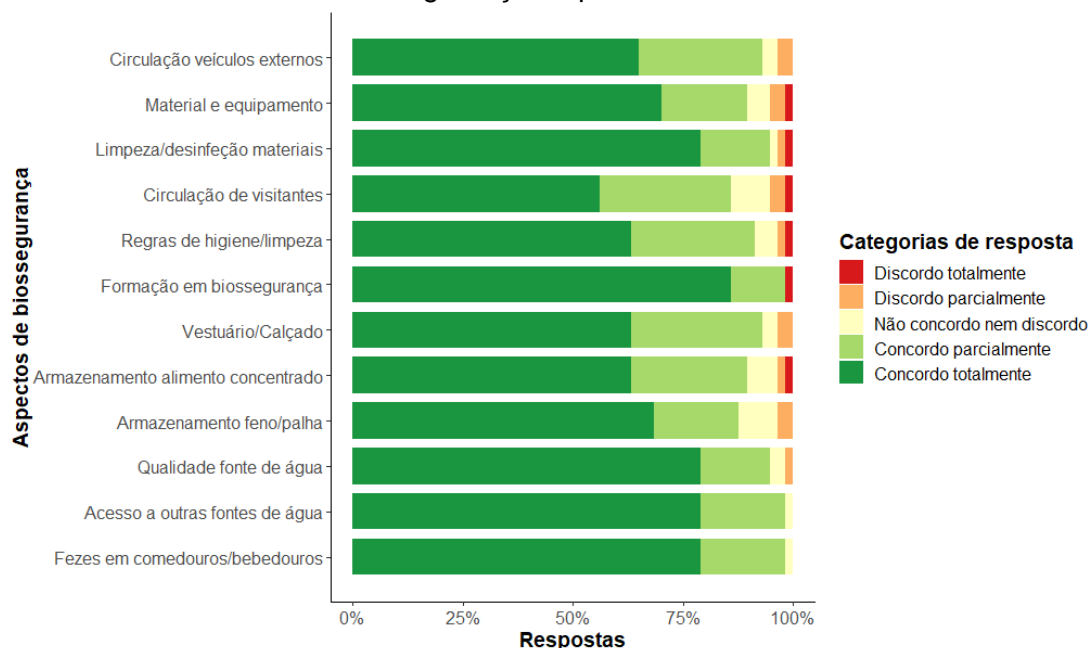
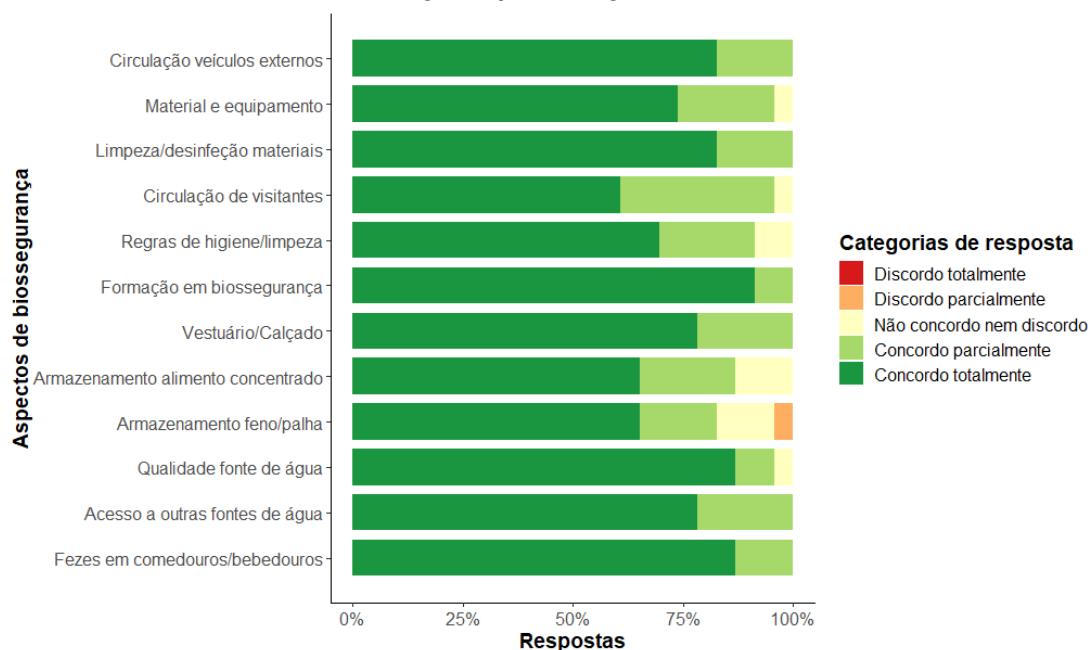


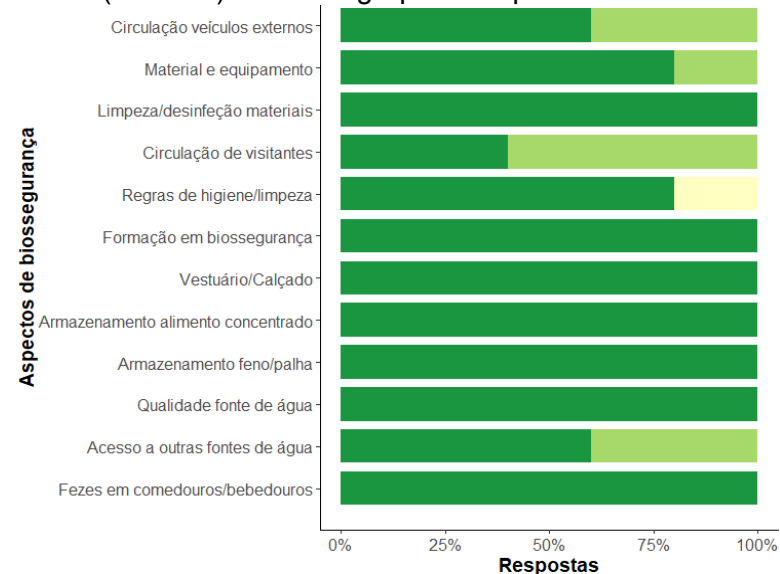
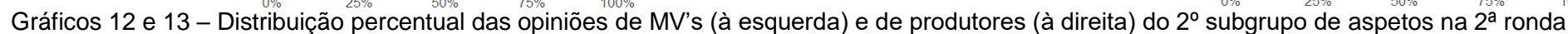
Gráfico 9 – Distribuição percentual das opiniões gerais do segundo subgrupo de aspetos de biossegurança na segunda ronda



Após divisão das respostas dadas na primeira ronda por médicos veterinários e produtores, a distribuição percentual das opiniões de cada subgrupo de participantes para estes aspetos de biossegurança é apresentada nos gráficos 10 e 11, respetivamente. Relativamente à segunda ronda, a distribuição percentual das opiniões de médicos veterinários está representada no gráfico 12, e a dos produtores está representada no gráfico 13.

Aspectos de biossegurança

Aspecto de Biossegurança	Percepção de Risco (Estimada)
Circulação veículos externos	85% Alto, 10% Moderado, 5% Baixo
Material e equipamento	78% Alto, 15% Moderado, 7% Baixo
Limpeza/desinfecção materiais	75% Alto, 20% Moderado, 5% Baixo
Circulação de visitantes	70% Alto, 20% Moderado, 10% Baixo
Regras de higiene/limpeza	65% Alto, 25% Moderado, 10% Baixo
Formação em biossegurança	90% Alto, 5% Moderado, 5% Baixo
Vestuário/Calçado	65% Alto, 25% Moderado, 10% Baixo
Armazenamento alimento concentrado	55% Alto, 25% Moderado, 15% Baixo
Armazenamento feno/palha	58% Alto, 20% Moderado, 22% Baixo
Qualidade fonte de água	85% Alto, 10% Moderado, 5% Baixo
Acesso a outras fontes de água	80% Alto, 15% Moderado, 5% Baixo
Fezes em comedouros/bebedouros	78% Alto, 15% Moderado, 7% Baixo



No segundo subgrupo de aspetos de biossegurança, as opiniões gerais (tabela 6) da primeira ronda atingiram concordância ($A \geq 0.75$) em 10 dos 12 aspetos de biossegurança, na categoria de resposta “Concordo totalmente”. Entre rondas, foi observada uma diminuição da concordância em apenas um dos aspetos, no “Armazenamento de feno/palha”. De entre os aumentos da concordância observados nos restantes 11 aspetos, a variação foi maior em “Circulação de veículos externos”, “Circulação de visitantes” e “Vestuário/calçado”.

Devido às variações nos níveis de concordância, 11 dos 12 aspetos alcançaram concordância na segunda ronda, na categoria de resposta “Concordo totalmente”. Contudo, ambos os aspetos que não tiveram concordância de opiniões na primeira ronda – “Circulação de visitantes” e “Armazenamento” – passaram a ter concordância na segunda, e o aspeto “Armazenamento feno/palha” perdeu a sua concordância inicial. “Formação em biossegurança” obteve um dos valores de concordância mais altos registados entre os 33 aspetos de biossegurança ($A=0.96$).

Tabela 6 - Valores da medida de concordância de van der Eijk (A) obtidos no segundo subgrupo de aspetos de biossegurança, calculados por aspeto e por ronda, em conjunto com a variação entre os valores da medida de concordância de van der Eijk calculados na primeira e na segunda ronda

Aspeto de biossegurança	Concordância 1ª Ronda (A1)	Concordância 2ª Ronda (A2)	Variação entre rondas (A2-A1)
Circulação veículos externos	0.77	0.91	0.14
Material e equipamento	0.76	0.85	0.08
Limpeza/desinfecção materiais	0.84	0.91	0.07
Circulação de visitantes	0.68 ^b	0.78	0.11
Regras de higiene/limpeza	0.75	0.80	0.06
Formação em biossegurança	0.88	0.96 ^a	0.08
Vestuário/Calçado	0.76	0.89	0.13
Armazenamento alimento concentrado	0.74 ^b	0.76	0.02
Armazenamento feno/palha	0.76	0.72 ^b	-0.05
Qualidade fonte de água	0.86	0.91	0.05
Acesso a outras fontes de água	0.89	0.89	0.01
Fezes em comedouros/bebedouros	0.89	0.93	0.05

a - Aspetos com concordância elevada ($A \geq 0.95$), b - Aspetos com concordância baixa ($A < 0.75$)

6.3.4. Terceiro subgrupo de aspetos de biossegurança

As distribuições percentuais das opiniões gerais da primeira e segunda ronda para este subgrupo de aspetos de biossegurança encontram-se representadas nos gráficos 14 e 15, respetivamente.

Gráfico 14 – Distribuição percentual das opiniões gerais do terceiro subgrupo de aspetos de biossegurança na primeira ronda

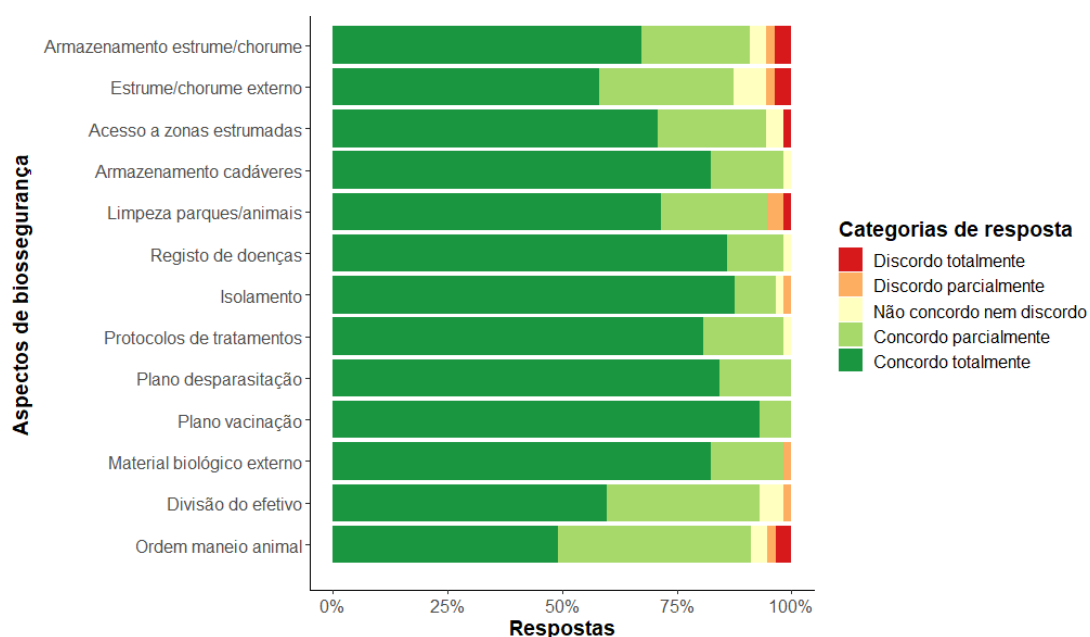
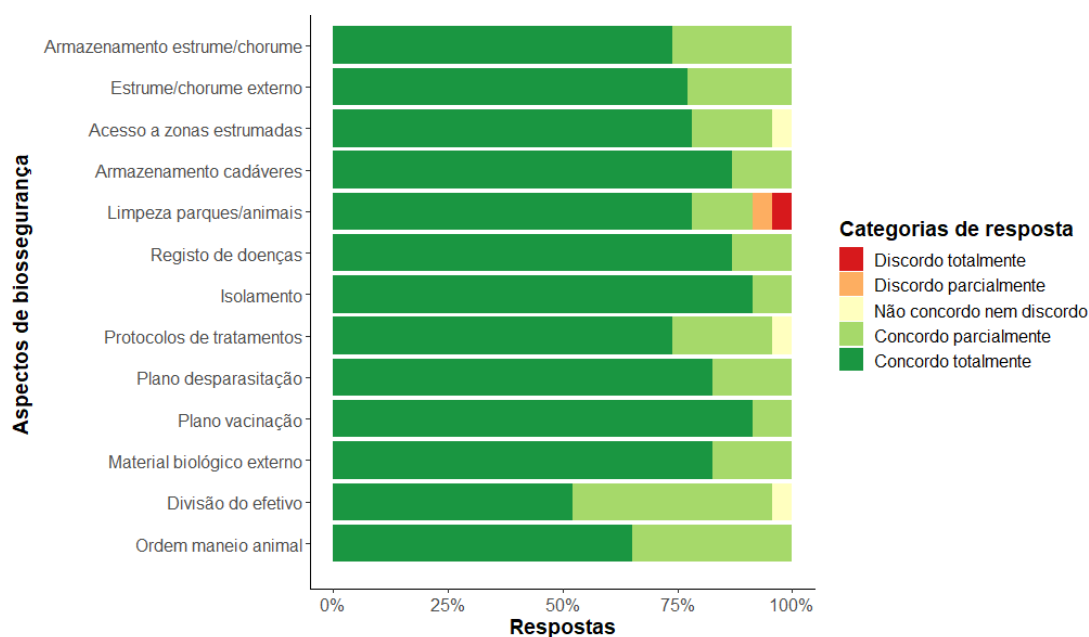
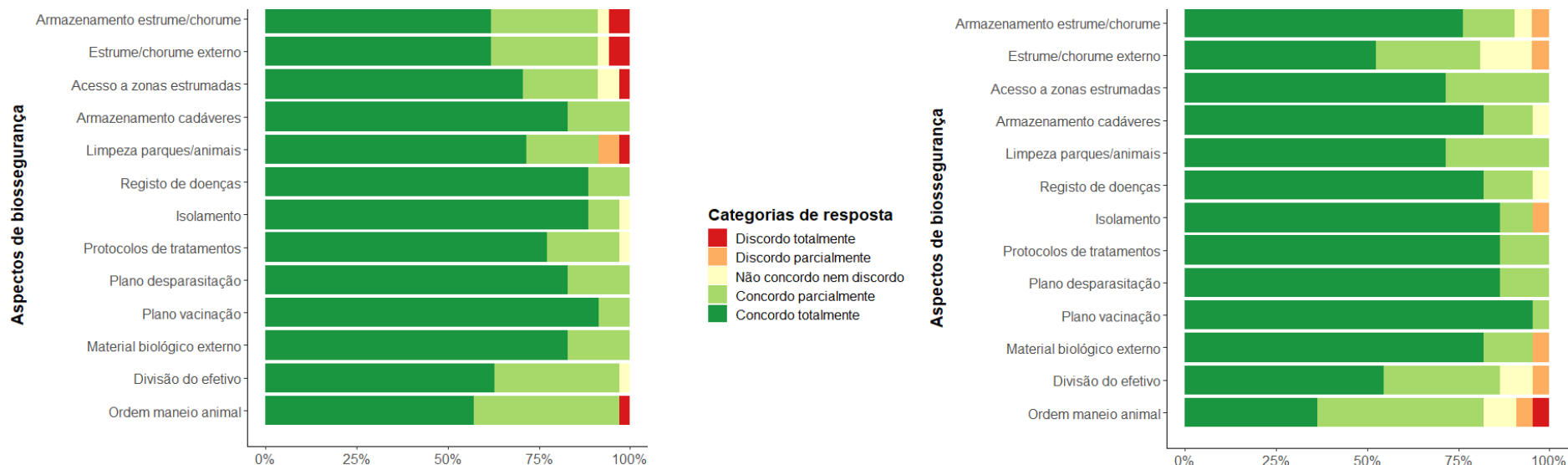


Gráfico 15 – Distribuição percentual das opiniões gerais do terceiro subgrupo de aspetos de biossegurança na segunda ronda

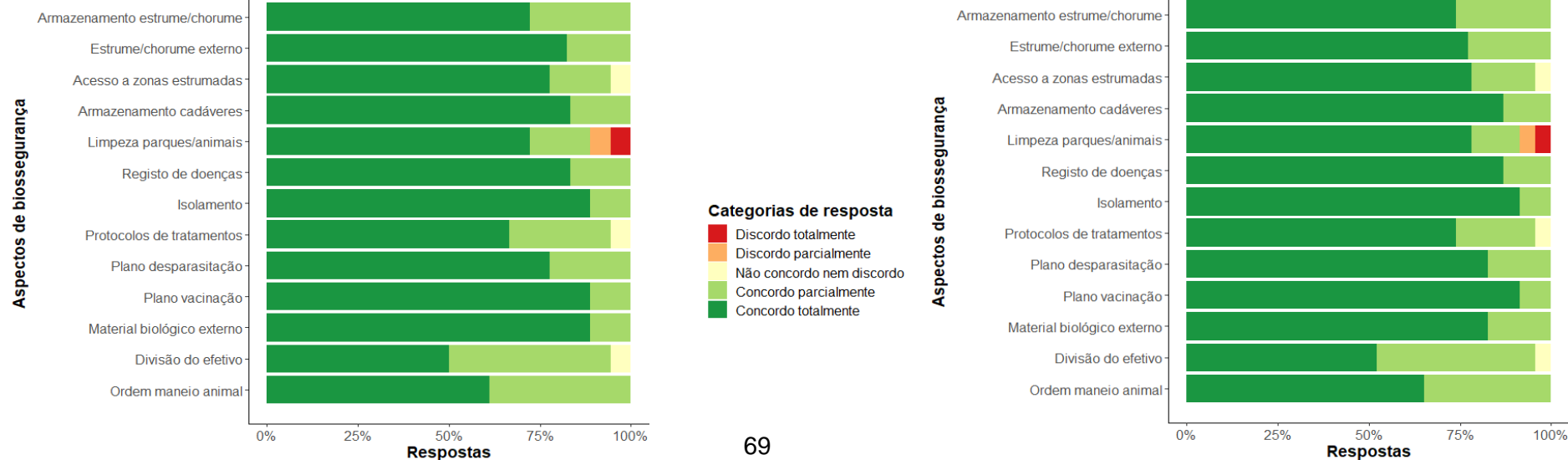


Após divisão das respostas dadas na primeira ronda por médicos veterinários e produtores, a distribuição percentual das opiniões de cada subgrupo de participantes para aspetos de biossegurança é apresentada nos gráficos 16 e 17, respetivamente. Relativamente à segunda ronda, a distribuição percentual das opiniões de médicos veterinários está representada no gráfico 18, e a dos produtores está representada no gráfico 19.

Gráficos 16 e 17 – Distribuição percentual das opiniões de MV's (à esquerda) e de produtores (à direita) do 3º subgrupo de aspetos na 1ª ronda



Gráficos 18 e 19 – Distribuição percentual das opiniões de MV's (à esquerda) e de produtores (à direita) do 3º subgrupo de aspetos na 2ª ronda



No terceiro grupo de aspetos de biossegurança, as opiniões gerais (tabela 7) da primeira ronda atingiram concordância ($A \geq 0.75$) em 10 dos 13 aspetos, na categoria de resposta “Concordo totalmente”. Da primeira para a segunda ronda foram observadas diminuições pequenas da concordância em cinco dos aspetos de biossegurança. Dos aumentos da concordância que ocorreram entre rondas nos restantes oito aspetos, foram particularmente significativos os aumentos em “Armazenamento estrume/chorume”, “Estrume/chorume externo” e “Ordem manejo animal”.

Na segunda ronda, 12 dos 13 aspetos alcançaram concordância na categoria de resposta “Concordo totalmente”, sendo que os aspetos “Isolamento” e “Plano de vacinação” foram dois dos aspetos que obtiveram um valor de concordância mais elevado nas opiniões gerais, registados entre os 33 aspetos de biossegurança ($A=0.96$). Apesar do aspeto “divisão do efetivo” não ter atingido concordância nas opiniões gerais, o seu valor da medida de concordância ($A=0.74$) esteve muito próximo do limite mínimo necessário para a existência de concordância nas opiniões recolhidas.

Tabela 7 - Valores da medida de concordância de van der Eijk (A) obtidos no terceiro subgrupo de aspetos de biossegurança, calculados por aspeto e por ronda, em conjunto com a variação entre os valores da medida de concordância de van der Eijk calculados na primeira e na segunda ronda

Aspeto de biossegurança	Concordância 1ª Ronda (A1)	Concordância 2ª Ronda (A2)	Variação entre rondas (A2-A1)
Armazenamento estrume/chorume	0.73 ^b	0.87	0.14
Estrume/Chorume externo	0.67 ^b	0.89	0.22
Acesso a zonas estrumadas	0.80	0.87	0.07
Armazenamento cadáveres	0.90	0.93	0.03
Limpeza parques/animais	0.77	0.76	-0.01
Registo de doenças	0.92	0.93	0.01
Isolamento	0.91	0.96 ^a	0.04
Protocolos de tratamentos	0.89	0.85	-0.05
Plano de desparasitação	0.92	0.91	-0.01
Plano de vacinação	0.96 ^a	0.96 ^a	-0.01
Material biológico externo	0.88	0.91	0.03
Divisão do efetivo	0.75	0.74 ^b	-0.02
Ordem manejo animal	0.65 ^b	0.83	0.18

a - Aspetos com concordância elevada ($A \geq 0.95$), b - Aspetos com concordância baixa ($A < 0.75$)

6.4. Proposta de lista final de aspetos de biossegurança

Com base nos resultados da revisão sistemática de fatores de risco/protetores de doenças e nos resultados do processo Delphi, foi criada uma proposta de uma lista final de aspetos de biossegurança a incluir num futuro índice de avaliação. No total, 21 dos 33 aspetos de biossegurança iniciais foram incluídos na proposta de lista final, encontrando-se evidenciados a cinzento escuro na tabela 8. Os 11 aspetos de biossegurança iniciais que foram excluídos são também apresentados na tabela 8, evidenciados a cinzento claro.

7. Discussão

A biossegurança é uma valiosa forma de controlo e prevenção de doenças nas explorações animais (Dewulf & Van Immerseel, 2018). O objetivo deste trabalho foi dar os contributos iniciais para a criação de um índice de avaliação de biossegurança em explorações de bovinos de carne em extensivo, incorporando na estruturação de tal índice não só o estado de arte de biossegurança atualmente existente, mas também as opiniões de indivíduos com conhecimento prático ou científico sobre implementação de biossegurança neste contexto produtivo.

Desta forma, neste trabalho é apresentada uma revisão bibliográfica de biossegurança na qual foi baseada a criação de um processo Delphi, cujos resultados serão agora discutidos em conjunto com os resultados obtidos na revisão sistemática de fatores de risco/protetores de doenças infecciosas com impacto na produção.

No primeiro subgrupo de aspetos de biossegurança do processo Delphi, associados maioritariamente ao contacto (direto ou indireto) entre animais, observou-se que os aspetos relacionados com o processo de seleção de animais que entram na exploração (“Seleção bovinos externos” e “Seleção de reprodutores”) foram dos que obtiveram maior percentagem de respostas na categoria “Concordo totalmente”, assim como o aspeto “Partilha de espaços”. A relevância conotada a estes aspetos reflete os resultados obtidos na revisão sistemática, na qual foram identificados um grande número de riscos que lhes estão associados. Os valores da medida de concordância de van der Eijk (A) obtidos para estes três aspetos foram também dos mais elevados, demonstrando homogeneidade nas opiniões dos participantes do Delphi.

A manutenção de uma manada fechada é recorrentemente reconhecida na bibliografia como uma das mais importantes medidas de prevenção da entrada de doenças na exploração (Mee et al, 2012; Nielsen & Toft, 2011), e os riscos associados à compra de animais externos foram dos identificados em maior número na revisão sistemática.

Tabela 8 – Proposta de lista final de aspetos de biossegurança para um índice de avaliação de biossegurança de explorações de bovinos de carne em extensivo, com a distinção entre os aspetos da lista inicial que foram incluídos na lista final (a cinzento escuro) e os que foram excluídos da lista final (a cinzento claro), conforme os resultados da revisão sistemática e/ou do processo Delphi

Grupos de aspetos de biossegurança	Aspetos de biossegurança	Fatores de risco/protetores nº de estudos (OR min-OR máx)	Delphi Concordância vs. Não concordância
Introdução de efetivo	A taxa de reposição com animais externos	22 (0.12 – 116.78)	0.77
	O processo de seleção da origem dos animais a introduzir e dos próprios animais a introduzir	14 (0.17 – 27.29)	0.96
	Manutenção de uma área designada para quarentena e utilização da mesma para esse efeito	2 (1.1 – 16.172)	0.80
Contatos com outros animais	Possibilidade de contato direto dos bovinos com outros animais através dos limites da exploração	9 (0.54 – 18.3)	0.75
	Haver ou não partilha de espaços (ex: alojamentos, comedouros/bebedouros, parques, pastagens, meios de transporte) com outros animais	23 (0.44 – 15.1)	0.93
	Ter registos atualizados de execução de um plano de controlo de pragas (roedores e insetos)	0	0.65
	O processo de seleção da origem dos animais reprodutores que visitam a exploração	3 (1.45 – 3.45)	0.93
	O manejo de animais que retornam à exploração (ex: por empréstimos e cobrições, por participação em leilões, feiras, exposições)	3 (3.54 – 15.15)	0.91
Material, equipamentos e veículos	Áreas da exploração onde é permitida a circulação dos veículos externos	0	0.91
	Ter material e equipamento (ex: facas de casco, material de descorna, máquinas tosquiadoras, equipamento doseador, equipamento veterinário, material de injeção) de uso exclusivo na exploração, ou de uso exclusivo para cada grupo de animais	0	0.85
	Manutenção do material, equipamento e veículos, no que toca à sua limpeza e desinfecção	0	0.91
Pessoas	Áreas da exploração onde é permitida a circulação dos visitantes	1 (4.06)	0.78
	Informação dada aos visitantes (incluindo condutores de veículos) sobre as regras de higiene e limpeza a cumprir durante a visita à exploração	0	0.80
	Formação dos trabalhadores em boas práticas de biossegurança	0	0.96
	Disponibilizar vestuário, calçado, ou protetores de vestuário e calçado para uso exclusivo na exploração	2 (0.2 – 0.43)	0.89

Tabela 8 (continuação)

Alimentos, água e outros abastecimentos	Manutenção de um local designado para armazenamento de alimento concentrado (exemplo: silos), e utilização do mesmo para esse efeito	1 (1.54)	0.76
	Manutenção de um local designado para armazenamento de feno e palha, e utilização do mesmo para esse efeito	0	0.72
	Fazer um controlo de qualidade da fonte de água da exploração	6 (1.38 – 5.3)	0.91
	Haver possibilidade de acesso dos bovinos a fontes de água não controladas e/ou potencialmente contaminadas		0.89
	Possibilidade de contaminação com fezes dos comedouros e bebedouros	0	0.93
Gestão de resíduos e cadáveres	Aplicação ou não de estrume/chorume de outras origens	1 (30.5)	0.87
	Manutenção de uma área designada para armazenamento de estrume/chorume de outras origens, e utilização da mesma para esse efeito		0.89
	Respeitar um período de tempo entre a distribuição de estrume/chorume e permissão de acesso dos bovinos a esses locais		0.87
	Manutenção de uma área designada para o armazenamento de cadáveres, e utilização da mesma para esse efeito	0	0.93
Sanidade animal	A limpeza dos parques e dos animais	2 (0.28 – 6.38)	0.76
	Ter registos atualizados da presença/ausência de doenças com interesse para o produtor no efetivo	29 (1.09 – 33.8)	0.93
	Existência de uma área designada para isolamento de animais por doença ou suspeita de doença (incluindo abortos), e utilização da mesma para esse efeito	1 (0.006)	0.96
	Ter registos atualizados dos protocolos de tratamentos realizados na exploração	0	0.85
	Ter registos atualizados de execução de um plano de desparasitação	0	0.91
	Ter registos atualizados de execução de um plano de vacinação	2 (0.090 – 3.08)	0.96
	O processo de seleção da origem de material biológico introduzido (transferência de embriões, sêmen para inseminação artificial, colostro e leite)	3 (0.19 – 0.69)	0.91
	A divisão do efetivo na exploração (ex: número de grupos de produção e a sua organização em diferentes áreas da exploração)	8 (0.21 – 34.41)	0.74
	Seguimento de uma ordem pré-definida dos trabalhos de manejo animal (ex: começar pelo manejo dos animais mais jovens, seguido do manejo dos animais mais velhos, e terminando com o manejo dos animais em isolamento)	0	0.83

Num estudo que procurou definir um “*ranking* de importância” de medidas de biossegurança aplicáveis em explorações de bovinos, com base na opinião de médicos veterinários e médicos veterinários especialistas em controlo de doenças, a manutenção de uma manada fechada foi considerada pelo grupo de médicos veterinários especialistas como a mais importante medida de biossegurança a implementar (Sayers et al., 2014a). Os resultados do processo Delphi contrastam com os deste estudo, visto que o aspeto “Taxa de reposição externa” não foi avaliado como um dos mais relevantes, apesar de ter sido considerado mais relevante por parte dos médicos veterinários do que pelos produtores na primeira ronda de questionários.

Ao compararmos as opiniões dos dois subgrupos de participantes na primeira ronda, verificamos que foi atribuída maior relevância para os oito aspetos de biossegurança por parte dos médicos veterinários do que por parte dos produtores, com particular discrepância para os aspetos “Quarentena”, Contacto direto com animais” e “Maneio no retorno”. Estes resultados podem ser indiciadores da falta de reconhecimento por parte dos produtores da importância que estes aspetos de biossegurança podem ter na prevenção e controlo de doenças na exploração.

“Controlo de pragas” foi um dos aspetos considerados menos relevantes de entre os 33 aspetos de biossegurança, bem como um dos aspetos onde se observou menor nível de concordância entre opiniões ($A=0.65$). Resultados semelhantes foram obtidos no estudo de Shortall et al. (2017), no qual a medida de biossegurança “controlo de pragas” foi classificada como abaixo da média relativamente à sua eficácia na prevenção de entrada de agentes infecciosos na exploração. A dificuldade de implementação de um plano de controlo de pragas eficaz nos espaços abertos que caracterizam os sistemas em extensivo podem justificar estes resultados.

No segundo subgrupo de aspetos de biossegurança, que inclui a maioria dos aspetos associados à importância de fómite na transmissão de doenças, “Circulação veículos externos” e “Material e equipamento” foram avaliados com uma relevância alta. No entanto, denotou-se que na primeira ronda o subgrupo de médicos veterinários considerou estes dois aspetos muito mais relevantes que os produtores. O mesmo padrão de respostas foi observado para o aspeto “Circulação de visitantes”, apesar deste aspeto ter sido considerado menos relevante nas opiniões gerais do que os dois primeiros. “Limpeza/desinfecção materiais” foi um dos aspetos de biossegurança deste subgrupo considerados mais relevantes, observando-se em ambas as rondas que a percentagem de respostas “Concordo totalmente” dadas pelos produtores, foi consideravelmente superior à percentagem de respostas dadas pelos médicos veterinários nessa mesma categoria. A elevada valorização dada pelos produtores aos conceitos de limpeza e desinfecção foi também observada num estudo sobre

as atitudes e comportamentos de produtores de bovinos, no qual o conceito de biossegurança foi predominantemente associado ao uso de limpeza e desinfecção para a prevenção de transmissão de doenças via contactos indiretos (Brennan & Christley, 2013). Apesar de veículos, materiais e equipamentos serem reconhecidos como potenciais vias de transmissão indireta, não foi identificado nenhum fator de risco/protetor que demonstrasse associação significativa entre estes fómites e a presença de doenças ou agentes infecciosos. O mesmo sucedeu com a limpeza e desinfecção deste conjunto de fómites, para a qual não foram encontrados quaisquer fatores de risco/protetores que evidenciassem a sua importância na prevenção e controlo de doenças. O facto de não ter sido identificada evidência científica que suporte a importância destes e de outros aspetos de biossegurança vem reforçar a importância de recorrer à opinião de indivíduos com conhecimento sobre o tema, visto que podem contribuir com informação que a bibliografia científica não pode ainda providenciar. Desta forma, o estudo comparativo entre ambas as fontes de informação utilizadas neste projeto – evidência científica e Delphi – é relevante para uma tomada de decisão informada sobre quais os aspetos de biossegurança devem ser incluídos como critérios de avaliação no índice.

Os produtores também avaliaram como mais relevantes os aspetos relacionados com o armazenamento de abastecimentos (“Armazenamento alimento concentrado” e “Armazenamento palha”) do que os médicos veterinários, contudo estes aspetos foram dos considerados menos relevantes nas opiniões gerais. Esta avaliação é concordante com os resultados da revisão sistemática, na qual foi identificado apenas um fator de risco significativamente associado a estes aspetos (Fávero et al., 2017a).

Na primeira ronda, médicos veterinários atribuíram uma relevância a “Regras de higiene/limpeza” e “Vestuário/calçado” ligeiramente superior à atribuída pelos produtores, visto que uma maior percentagem de respostas dos médicos veterinários se concentrou nas categorias de “Concordo totalmente” e “Concordo parcialmente”. Apesar de não terem sido identificados fatores de risco/protetores para o aspeto “Regras de higiene/limpeza”, o impacto do uso assíduo de vestuário e calçado protetor por parte de visitantes foi evidenciado como fator protetor para várias doenças na revisão sistemática (van Schaik et al., 2001; Van Schaik et al., 2002).

“Formação em biossegurança” foi dos aspetos avaliados como mais relevantes em todo o questionário, não só nas opiniões gerais como em ambos os subgrupos de participantes, sendo também um dos aspetos com o valor da medida de concordância de van der Eijk mais elevado ($A=0.96$). Estes resultados devem ser interpretados com cautela, tendo em conta que a presença da palavra “biossegurança” neste aspeto (o tema geral do questionário apresentado), pode ter influenciado os participantes a atribuírem maior relevância ao mesmo.

Atentando nas opiniões gerais para os aspetos “Qualidade fonte de água”, “Acesso a outras fontes de água” e “Fezes em comedouros/bebedouros”, é possível observar que todos foram avaliados com uma relevância alta. Nos dois primeiros aspetos, a opinião dos participantes vai de encontro aos resultados da revisão sistemática, na qual foram encontradas várias associações significativas entre o tipo de fontes de água e a presença de várias doenças (Campos et al., 2017; O’Doherty et al., 2014; Roussel et al., 2005).

No terceiro subgrupo de aspetos de biossegurança, relativos à biossegurança interna na exploração (práticas de manejo animal), observa-se que nas opiniões gerais da segunda ronda, os aspetos relativos ao uso de estrume/chorume na exploração (“Armazenamento estrume/chorume”, “Estrume/chorume externo” e “Acesso a zonas estrumadas”), foram avaliados com uma relevância média. Os aspetos avaliados como mais relevantes foram “Armazenamento de cadáveres”, “Isolamento” e “Plano de vacinação”, que também apresentam dos valores da medida de concordância de van der Eijk (A) mais elevados de entre os 33 aspetos (A=0.93, A=0.96 e A=0.96, respetivamente).

Os resultados obtidos no Delphi para “Plano de vacinação” não são surpreendentes, podendo demonstrar o grau de confiança e importância que, tanto produtores como médicos veterinários, depositam neste tipo de abordagem preventiva para controlo de agentes infecciosos na exploração. A vacinação é de facto uma medida amplamente recomendada para várias doenças (Mee et al., 2012; Wells, 2000), e o seu impacto na ocorrência de doenças foi evidenciado em alguns estudos (Ferreira et al., 2017; Graham et al., 2013; Tiwari et al., 2009). Apesar dos seus benefícios, um plano de vacinação não deve ser utilizado como a única ou principal ferramenta de controlo de uma doença, devendo ser aplicadas simultaneamente mais medidas de biossegurança que auxiliem na prevenção da introdução e/ou disseminação do agente etiológico (Laureyns et al., 2010; Lindberg & Houe, 2005).

É interessante observar que foi atribuída uma elevada relevância ao aspeto “Isolamento”, ainda que na bibliografia apenas ter sido identificado um fator protetor associado ao isolamento de animais doentes (Ferreira et al., 2017). Opiniões semelhantes a estas foram constatadas por Shortall et al. (2017), em cujo estudo o isolamento de animais foi considerado uma medida de biossegurança eficaz por parte de médicos veterinários e produtores de bovinos.

O facto de sistemas de produção extensivos não apresentarem instalações fechadas, como as existentes nos sistemas de produção intensivos, pode ser visto como impeditivo para a implementação e controlo de certas medidas de biossegurança. Esta observação foi feita por médicos veterinários num estudo realizado por Shortall et al. (2016), e talvez possa justificar porquê o aspeto “Limpeza parques/animais” não ter sido avaliado como maior relevância, especialmente por este subgrupo de participantes.

O aspeto “Registo de doenças” foi avaliado com uma relevância alta, e apresenta um valor da medida de concordância de van der Eijk (A) entre os mais altos de todos os aspetos de biossegurança ($A=0.93$). Estes resultados do Delphi são concordantes com os resultados da revisão sistemática, visto que este foi o grupo de aspetos de biossegurança para o qual foi identificado o maior número de associações entre fatores de risco/protetores e ocorrência de doenças. Nas opiniões gerais, os aspetos “Plano de desparasitação” e “Material biológico externo” foram considerados bastante relevantes, e apresentam um nível de concordância igual ($A=0.91$). No entanto, na bibliografia não foi identificado nenhum fator associado a desparasitação, e é interessante constatar que apenas foram evidenciados fatores protetores associados ao uso de material biológico externo. À luz do nível de controlo e prevenção sanitária que é atualmente implementada em locais de recolha de material biológico, como por exemplo sémen (CE, 1998; CSS, 2016) e embriões (Thibier, 2010), este tipo de resultados não é tão surpreendente, visto que a maioria dos riscos de transmissão de doenças são mitigados graças às medidas de biossegurança que são aplicadas no local de origem do material biológico.

“Divisão do efetivo” foi um dos aspetos de biossegurança com menor percentagem de respostas na categoria “Concordo totalmente”, assim como um dos aspetos com um nível de concordância mais baixo ($A=0.74$). Estes resultados contrastam com os resultados da revisão sistemática, na qual foi encontrado um número considerável de fatores de risco/protetores associados a este aspeto. Esta diferença entre opiniões e bibliografia pode ser justificada pelo facto de a revisão sistemática ter abrangido estudos realizados em produção bovina em geral, sem especificar o sistema de produção. Tendo em conta que muitos dos estudos incluíram explorações de bovinos em sistema intensivo, bem como explorações de produção de leite, é possível que na ótica de produtores e médicos veterinários de bovinos de carne em extensivo, a divisão do efetivo não seja tão relevante para este contexto produtivo. Face à baixa relevância atribuída ao aspeto “Divisão de efetivo”, não é surpreendente que os participantes tenham também atribuído uma baixa relevância ao aspeto “Ordem manejo animal”, ainda que ligeiramente superior à atribuída ao primeiro.

Ao longo da revisão bibliográfica, foi possível constatar a escassez de bibliografia que disponibilize recomendações de biossegurança especificamente definidas para a produção de bovinos de carne em extensivo. O mesmo se verificou durante a revisão sistemática, na qual o número estudos epidemiológicos para levantamento de fatores de risco de doenças infecciosas com impacto na produção bovina, realizados neste contexto produtivo em particular, foi bastante reduzido.

Durante o levantamento de fatores de risco/protetores na revisão sistemática, é possível que o facto de a seleção ter sido restringida aos fatores para os quais foram encontradas

associações em análise multivariada, tenha sido um fator que limitou o número de resultados obtidos.

Para além do mais, a revisão apresentada neste trabalho não teve por objetivo ser exaustiva, mas sim providenciar exemplos demonstrativos da importância das várias recomendações de biossegurança na transmissão de doenças infecciosas que impactam a produtividade de bovinos de carne. Posto isto, ainda que para alguns aspetos de biossegurança não tenham sido identificados fatores de risco/protetores significativos, não deve ser especulado a partir destes resultados que tais aspetos de biossegurança não têm impacto na prevenção e controlo de riscos sanitários. Adicionalmente, a interpretação da importância dos fatores de risco/protetores identificados na revisão deve ser feita com cautela, mantendo em mente que os contextos produtivos onde foram evidenciadas associações significativas com certas doenças podem diferir do contexto produtivo do presente trabalho. Este tipo de diferenças, como a região, prevalência de doença e o sistema de produção, podem afetar a epidemiologia dos vários agentes etiológicos nas explorações, e assim alterar a importância dos vários fatores de risco (Dubey et al., 2007; Puerto-parada et al., 2018).

Sendo o processo Delphi um método participativo cujos critérios de seleção de participantes não se baseiam em amostras estatisticamente representativas, as opiniões recolhidas neste trabalho podem não ser representativas das populações de participantes que foram incluídos no mesmo (médicos veterinários e produtores de bovinos de carne em extensivo).

A possibilidade de perda de participantes entre rondas é uma das limitações do método Delphi, um cenário que se observou também neste trabalho. Apesar da taxa de participação do subgrupo de produtores ter sido mais baixa que a do subgrupo de médicos veterinários em ambas as rondas, a diferença foi particularmente evidente na segunda ronda, na qual apenas participaram 5 produtores. Este facto deve ser tido em conta aquando interpretação das opiniões deste subgrupo na segunda ronda, visto que as respostas obtidas são provavelmente pouco representativas do conjunto de produtores que participou na primeira ronda.

A tendência para um aumento de concordância de opiniões que tipicamente caracteriza o Delphi observou-se em 21 dos 33 aspetos de biossegurança postos à consideração dos participantes. Desta forma, devido ao facto de a grande maioria dos aspetos de biossegurança terem sido avaliados com uma relevância alta (grande percentagem de respostas nas categorias “Concordo totalmente” e “Concordo parcialmente”), e ao fato de os níveis de concordância obtidos também terem sido altos ($A \geq 0.75$), apenas três dos 33 aspetos não atingiram concordância nas opiniões dos participantes.

8. Conclusões e perspetivas futuras

Este trabalho reuniu não só informação atualmente existente sobre biossegurança aplicável a produção animal, focando-se em particular na produção de bovinos de carne em extensivo, como também na evidência científica da sua importância na prevenção e controlo de doenças infecciosas com impacto na produção animal. Através da implementação de um processo Delphi, o trabalho procurou também reunir as opiniões de indivíduos com conhecimento prático ou científico sobre implementação de biossegurança – produtores e médicos veterinários - relativamente à relevância de um conjunto de aspetos de biossegurança para a avaliação de biossegurança neste contexto produtivo.

Na bibliografia atual existem poucas recomendações de biossegurança destinadas especificamente à produção de bovinos de carne em extensivo, verificando-se uma grande diferença entre a quantidade de informação disponível para este tipo e sistema de produção, e a disponível para a produção de outras espécies (como suínos e aves), outros sistemas de produção (sistema intensivo) e até mesmo outros tipos de produção bovina (produção de leite). Desta forma, medidas de biossegurança e estudos epidemiológicos desenvolvidos no âmbito da produção de bovinos de carne em extensivo representam áreas de investigação com bastante potencial de desenvolvimento.

Tendo em conta a abrangência e versatilidade do conjunto de aspetos de biossegurança que foi definido a partir da revisão bibliográfica, esta lista de aspetos tem potencial para servir de base à criação de vários tipos de estudos. A título de exemplo, a lista de aspetos poderia ser utilizada para a recolha de opiniões de produtores e médicos veterinários sobre a praticabilidade dos aspetos de biossegurança numa exploração de bovinos de carne em extensivo, um fator essencial na tomada de decisão sobre quais as medidas de biossegurança a aplicar neste contexto produtivo em específico. Outro exemplo seria a sua utilização na caracterização das medidas de biossegurança que são atualmente implementadas na realidade produtiva portuguesa, quer a nível regional (Alentejo), quer a nível nacional.

Os resultados obtidos no levantamento de fatores de risco/protetores e a sua organização pelos vários aspetos de biossegurança poderá ser útil em futuros trabalhos desenvolvidos dentro do tema de biossegurança, nos quais seja vantajoso apresentar evidência científica do papel das várias práticas de biossegurança na prevenção e controlo de certas doenças infecciosas relevantes para a produção bovina. Após estudo ponderado do número de fatores de risco/fatores protetores identificados para cada aspeto de biossegurança, e o intervalo entre o OR mínimo e OR máximo obtidos em cada aspeto de biossegurança, definiu-se que 15 dos 33 aspetos de biossegurança iniciais reuniram evidência científica insuficiente para demonstrar a sua importância numa avaliação de biossegurança.

De entre os 33 aspetos de biossegurança postos à consideração dos participantes no processo Delphi, os que foram considerados mais relevantes e que apresentaram níveis mais elevados de concordância nas respostas foram: “Seleção bovinos externos” (A=0.96), “Partilha de espaços” (A=0.93), “Seleção de reprodutores” (A=0.93), “Formação em biossegurança” (A=0.96), “Limpeza/desinfecção materiais” (A=0.91), “Fezes em comedouros/bebedouros” (A=0.93), “Qualidade fonte de água” (A=0.91), “Armazenamento de cadáveres” (A=0.93), “Isolamento” (A=0.96), “Registo de doenças” (A=0.93), “Plano desparasitação” (A=0.91), “Plano de vacinação” (A=0.96), e “Material biológico externo” (A=0.91). Os aspetos de biossegurança avaliados como menos relevantes e que apresentaram um valor da medida de concordância de van der Eijk (A) inferior ao limiar de concordância ($A < 0.75$) foram: “Controlo de pragas” (A=0.65), “Armazenamento feno/palha” (A=0.72), e “Divisão do efetivo” (A=0.74).

Com base nos resultados da revisão sistemática de fatores de risco/protetores de doenças e nos resultados do processo Delphi, 21 dos 33 aspetos iniciais de biossegurança foram mantidos na proposta de lista final de aspetos de biossegurança a incluir como critérios de avaliação num futuro índice de avaliação de biossegurança, especificamente desenhado para explorações de bovinos de carne em extensivo.

Este trabalho desenvolveu a estruturação de um índice de avaliação de biossegurança, que representa a primeira fase de criação desta ferramenta, sendo que futuramente pode e deve ser dada continuidade a este projeto. A proposta de lista final de aspetos de biossegurança apresentada foi criada pela equipa de investigadores que desenvolveu o presente trabalho, contudo, o recurso a um painel de peritos para a criação de uma lista final alternativa pode ser uma mais-valia para o índice de avaliação. A reunião presencial de um painel de peritos permite apresentar os resultados obtidos neste trabalho – a informação presente na literatura sobre a importância de cada aspeto de biossegurança, e as opiniões dos participantes do Delphi relativamente à sua relevância – a um número restrito de produtores e médicos veterinários especialistas em biossegurança. Um workshop de peritos seria uma grande vantagem, pois permite que se discuta não só a evidência científica disponível, como também as opiniões recolhidas no processo Delphi. A discussão gerada seria construtiva, informada, e simultaneamente promoveria um processo de aprendizagem entre os peritos. Através da realização de um workshop seria possível definir um conjunto de aspetos de biossegurança baseado na opinião de um painel de peritos, um método participativo mais fidedigno do que a opinião da equipa de investigadores.

Após a obtenção de uma lista final de critérios de avaliação, deve proceder-se à fase de ponderação do peso que cada um dos aspetos de biossegurança deverá ter no índice de avaliação de biossegurança.

Caso se pretenda obter um índice de avaliação com um número de critérios de avaliação mais reduzido, e/ou que inclua no seu desenvolvimento um maior número de participantes, neste trabalho são apresentados com total transparência e detalhe quais os métodos implementados no processo de estruturação do índice, tornando a replicação deste processo uma opção viável em projetos futuros.

9. Bibliografia

- Adler, B. & Moctezuma, A. de la P. (2010). Leptospira and leptospirosis. *Veterinary Microbiology*, 140, 287–296.
- Alves, T. M., Stynen, A. P. R., Miranda, K. L. & Lage, A. P. (2011). Campilobacteriose genital bovina e tricomonose genital bovina: Epidemiologia, diagnóstico e controle. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 31(4), 336–344.
- Anderson, N. G. (2009). *Biosecurity: Health Protection and Sanitation Strategies for Cattle and General Guidelines for Other Livestock*. Ontário, Canadá: Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA). Acedido em Fev. 11, 2018, disponível em: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/vet/facts/09-079.htm#spread>
- Andrade, L. P., Rodrigues, J. P. V., & Rodrigues, A. M. (1999). DOP - Valor acrescentado em sistemas extensivos. Congresso Europeu da Agricultura, pp. 100-104. Badajoz- Mérida
- Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) (2009). *Biosecurity on U.S. Beef Cow-calf Operations*. Fort Collins, Colorado: USDA-APHIS. Acedido em Fev. 11, 2018, disponível em: https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/beefcowcalf/downloads/beef0708/Beef0708_is_Biosecurity.pdf
- Animal Health Australia (AHA) (2012). *National Farm Biosecurity Reference Manual-Grazing Livestock Production*. Acedido em Jan. 17, 2018, disponível em: <http://www.farmbiosecurity.com.au/toolkit/plans-manuals/national-farm-biosecurity-reference-manual-grazing-livestock-production/>
- Animal Health Australia & Plant Health Australia (AHA & PHA) (2014). *Farm Biosecurity Action Planner - The essentials*. Acedido em Jan. 17, 2018, disponível em: <http://www.farmbiosecurity.com.au/wp-content/uploads/Farm-Biosecurity-Action-Planner.pdf>
- Ansari-Lari, M., Haghighi, M., Bahramy, A. & Baheran, A. M. N. (2009). Risk factors for Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis in Fars province (Southern Iran) dairy herds. *Tropical Animal Health and Production*, 41, 553–557.
- Baker, J. C. (1995). The clinical manifestations of bovine viral diarrhea infection. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 11(3), 425–445.
- Baltazar de Oliveira, J. M., Da Silva, M. G., Filho, A. F. B. B., Borges, J. de M., De Oliveira, P. R. F., Brandespim, D. F., Mota, R. A. & Pinheiro Jr., J. W. (2015). Prevalence and risk factors associated with bovine genital campylobacteriosis and bovine trichomonosis in the state of Pernambuco, Brazil. *Tropical Animal Health and Production*. 47(3), 549-55.
- Bana e Costa, C. A., & Beinart, E. (2005). *Model-structuring in public decision-aiding*. London: The London School of Economics and Political Science.
- Barrett, D. J., Mee, J. F., Mullooney, P., Good, M., McGrath, G., Clegg, T. & More, S. J. (2011). Risk factors associated with Johne's disease test status in dairy herds in Ireland. *Veterinary Record*, 168(410).
- Bartels, C. J. M., Wouda, W. & Schukken, Y. H. (1999). Risk factors for Neospora caninum-associated abortion storms in dairy herds in the Netherlands (1995 to 1997). *Theriogenology*, 52, 247–257.

- Beaunée, G., Vergu, E., Joly, A. & Ezanno, P. (2017). Controlling bovine paratuberculosis at a regional scale: Towards a decision modelling tool. *Journal of Theoretical Biology*, 435, 157–183.
- Beck, R., Marinculic, A., Mihaljevic, Ž., Benic, M., & Martinkovic, F. (2010). Seroprevalence and potential risk factors of *Neospora caninum* infection in dairy cattle in Croatia. *Veterinarski Arhiv*, 80(2), 163–171.
- Beef and Lamb Industry New Zealand & Deer Industry New Zealand (2013). *Drystock Biosecurity Guidelines-Seven intervention points for on-farm biosecurity*. Acedido em Jan.15, 2018, disponível em: <https://www.beeflambnz.com/sites/default/files/news-docs/fact-sheet-67-drystock-biosecurity-guidelines.pdf>
- Benjamin, L. A., Fosgate, G. T., Ward, M. P., Roussel, A. J., Feagin, R. A. & Schwartz, A. L. (2010). Attitudes towards biosecurity practices relevant to Johne's disease control on beef cattle farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 94, 222–230.
- Bennett, R. M., Christiansen, K., & Clifton-Hadley, R. S. (1999). Modelling the impact of livestock disease on production: case studies of non-notifiable diseases of farm animals in Great Britain. *Animal Science*, 68, 681–689.
- Bennett, R., McClement, I. & McFarlane, I. (2012). Modelling of Johne's disease control options in beef cattle: A decision support approach. *Livestock Science*, 146, 149–159.
- Berghaus, R. D., Lombard, J. E., Gardner, I. A. & Farver, T. B. (2005). Factor analysis of a Johne's disease risk assessment questionnaire with evaluation of factor scores and a subset of original questions as predictors of observed clinical paratuberculosis. *Preventive Veterinary Medicine*, 72, 291–309.
- Biocheck.Ugent (2019). *About Biocheck – Cattle*. Acedido em Fev. 6, 2019, disponível em: <https://www.biocheck.ugent.be/about.php?category=cattle>
- Bitsch, V. & Rønsholt, L. (1995). Control of bovine viral diarrhea virus infection without vaccines. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 11(3), 627–640.
- Boelaert, F., Speybroeck, N., Kruif, A. de, Aerts, M., Burzykowski, T., Molenberghs, G. & Berkvens, D. L. (2005). Risk factors for bovine herpesvirus-1 seropositivity. *Preventive Veterinary Medicine*, 69, 285–295.
- BonDurant, R. H. (2005). Venereal diseases of cattle: Natural history, diagnosis, and the role of vaccines in their control. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 21, 383–408.
- BonDurant, R. H. (2007). Selected diseases and conditions associated with bovine conceptus loss in the first trimester. *Theriogenology*, 68(3), 461–473.
- Bovicare - Programa de controlo de IBR e BVD (2015). *Avaliação de biossegurança*. Acedido em Out. 10, 2017, disponível em: <http://bovicare.pt/index.php/avaliacao-de-biosseguranca/>
- Bovine Alliance on Management and Nutrition (BAMN) (2001). *An introduction to infectious disease control on farms (Biosecurity)*. Arlington, Virginia: American Feed Industry Association (AFIA). Acedido em Fev. 11, 2018, disponível em: https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/bamn/BAMN01_Intr oBiosecurity.pdf

- Brennan, M. L. & Christley, R. M. (2012). Biosecurity on Cattle Farms: A Study in North-West England. *PLOS ONE*, 7(1), 1-8.
- Brennan, M. L. & Christley, R. M. (2013). Cattle producers' perceptions of biosecurity. *BMC Veterinary Research*, 9(71).
- Buhman, M., Dewell, G. & Griffin, D. (2007). *Biosecurity Basics for Cattle Operations and Good Management Practices (GMP) for Controlling Infectious Diseases*. Lincoln, Nebraska: University of Nebraska–Lincoln, Institute of Agriculture and Natural Resources (IANR). Acedido em Jan. 23, 2018, disponível em: <http://extensionpubs.unl.edu/publication/9000016362656/biosecurity-basics-for-cattle-operations-and-good-management-practices-gmpfor-controlling-infectious-diseases/>
- Byrne, A. W., Guelbenzu-Gonzalo, M., Strain, S. A. J., McBride, S., Graham, J., Lahuerta-Marin, A., Harwood, R., Graham, D. A. & McDowell, S. (2017). Assessment of concurrent infection with bovine viral diarrhoea virus (BVDV) and *Mycobacterium bovis*: A herd-level risk factor analysis from Northern Ireland. *Preventive Veterinary Medicine*, 141, 38–47.
- Callegaro, M., Manfreda, K. L. & Vehovar, V. (2015). *Web survey methodology*. London: Sage.
- Campero, C. M. (2000). *Las enfermedades reproductivas en los bovinos: ayer y hoy*. Dissertação. Buenos Aires: Academia Nacional de Agonomía y Veterinaria.
- Campos, Â. P., Miranda, F. H. D., Rodrigues, W. H. S., Lustosa, M. da S. C., Martins, G. H. C., Mineiro, A. L. B. B., Castro, V., Azevedo, S. S. & Silva, S. M. M. de S. (2017). Seroprevalence and risk factors for leptospirosis in cattle, sheep, and goats at consorted rearing from the State of Piauí, northeastern Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 49(5):899-907.
- Canadian Food Inspection Agency (CFIA) (2013). *Animal Biosecurity*. Acedido em Fev. 10, 2018, disponível em: <http://www.inspection.gc.ca/animals/terrestrial-animals/biosecurity/eng/1299868055616/1320534707863>
- Carbonell, C. & Elvira, L. (2018, Junho). Perspectivas ante el Nuevo Plan Nacional de Control de IBR en España. *Revista de La Cooperativa Campoastur*, 22, 20-22.
- Cardwell, J. M., Winden, S. Van, Beauvais, W., Mastin, A., Glanville, W. A. De, Hardstaff, J., Booth, R. E., Fishwick, J. & Pfeiffer, D. U. (2016). Assessing the impact of tailored biosecurity advice on farmer behaviour and pathogen presence in beef herds in England and Wales. *Preventive Veterinary Medicine*, 135, 9–16.
- Carslake, D., Grant, W., Green, L. E., Cave, J., Greaves, J., Keeling, M., McEldowney, J., Weldegebriel, H., Medley, G. F. (2011). Endemic cattle diseases: comparative epidemiology and governance. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366, 1975–1986.
- Cashman, W., Buckley, J., Quigley, T., Fanning, S., More, S., Egan, J., Berry, D., Grant, I. & O'Farrell, K. (2008). Risk factors for the introduction and within-herd transmission of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis (MAP) infection on 59 Irish dairy herds. *Irish Veterinary Journal*, 61(7), 464–467.
- Catarino, M. M. dos S. C. (1998). *Na margem direita do baixo Tejo: paisagem rural e recursos alimentares (Séc. XIV-XV)*. Dissertação de Mestrado em História Medieval. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas - Universidade Nova de Lisboa.

- Cediel, N., Villamil, L. C., Romero, J., Renteria, L. & De Meneghi, D. (2013). Setting priorities for surveillance, prevention, and control of zoonoses in Bogotá, Colombia. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 33(5), 316–324.
- Center for Food Security and Public Health. (n.d.). *General Prevention Practices for Beef and Dairy Producers*. Ames, Iowa: Iowa State University, College of Veterinary Medicine
- Center for Food Security and Public Health (2016). *NAHEMS guidelines: Biosecurity*. Ames, Iowa: Iowa State University of Science and Technology, College of Veterinary Medicine.
- Certified Semen Services (CSS)., Inc. (2016). *Agreement for Semen Identification, AI Center Animal Management, Semen Quality Control and Sire Health Auditing Service*. Acedido em Fev. 11, 2018, disponível em: <https://www.naab-css.org/uploads/userfiles/files/CSSAgreementweb12016v320170712.pdf>
- Çetinkaya, B., Erdogan, H. M. & Morgan, K. L. (1997). Relationships between the presence of Johne's disease and farm and management factors in dairy cattle in England. *Preventive Veterinary Medicine*, 32, 253–266.
- Chiebao, D. P., Valadas, S. Y. O. B., Minervino, A. H. H., Castro, V., Romaldini, A. H. C. N., Calhau A. S., De Souza, R. A. B., Gennari, S. M. Keid, L. B. & Soares, R. M. (2015). Variables Associated with Infections of Cattle by *Brucella abortus* . , *Leptospira* spp . and *Neospora* spp . in Amazon Region in Brazil. *Transboundary and Emerging Diseases*, 62, 30–36.
- Cleere, J., Gill, R. & Dement, A. (2008). *Biosecurity for Beef Cattle Operations*. AgriLife Extension Service, Texas A&M System. Acedido em Jan. 16, 2018, disponível em: <http://the-security-institute.net/userfiles/file/biosecurityforbeef.pdf>
- Collantes-Fernández, E., Mendoza-Ibarra, J. A., Pedraza-Díaz, S., Rojo-Montejo, S., Navarro-Lozano, V., Sánchez-Sánchez, R., Ruiz-Santa-Quiteria, J. A., Ortega-Mora, L., M. & Osoro, K. (2014). Efficacy of a control program for bovine trichomonosis based on testing and culling infected bulls in beef cattle managed under mountain pastoral systems of Northern Spain, 200, 140–145.
- Comissão Europeia (2007). A new Animal Health Strategy for the European Union (2007–2003) “Prevention is better than cure”. Acedido em Fev. 15, 2018, disponível: http://ec.europa.eu/food/animal/diseases/strategy/docs/animal_health_strategy_en.pdf.
- Conselho Europeu (CE) (2018). Reforma da política agrícola comum. Acedido em Jun. 5, 2018, disponível em: <http://www.consilium.europa.eu/pt/policies/cap-reform/>
- Constable, P. D., Hinchcliff, K. W., Done, S. H. & Grunberg, W. (2017). *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats* (11th ed.). St. Louis, Missouri: Elsevier.
- Cooke, R. & Brownlow, A. (2008). Biosecurity Review. In Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA), *General Biosecurity Review*. Acedido em Nov. 10, 2017, disponível em: <http://sciencesearch.defra.gov.uk/Default.aspx?Menu=Menu&Module=More&Location=None&Completed=0&ProjectID=12738>
- Costa, T. M. de A. (2015). Explorações de Bovinos de Carne em Modo Extensivo e Semi-Intensivo no Alentejo: uma Análise Técnico-Económica. Dissertação de Mestrado em Produção Animal. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade de Lisboa.

- Currie, K., King, C., Nuttall, T., Smith, M. & Flowers, P. (2018). Expert consensus regarding drivers of antimicrobial stewardship in companion animal veterinary practice: a Delphi study. *The Veterinary Record*, 182(24), 691.
- Danish Veterinary and Food Administration (DVFA) (2015). Prevention and Control of Animal Diseases - Preventive measures. Acedido em Jan, 13, 2018, disponível em: https://www.foedevarestyrelsen.dk/english/Animal/AnimalHealth/Prevention_control_animal_diseases/Preventive_measures/Pages/default.aspx
- Dargatz, D. A., Garry, F. B. & Traub-Dargatz, J. L. (2002). An introduction to biosecurity of cattle operations. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 18, 1–5.
- De Vet, E., Brug, J., De Nooijer, J., Dijkstra, A. & De Vries, N. (2005). Determinants of forward stage transitions: a Delphi study. *Health Education Research*, 20(2), 195–205.
- Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA) (2003). *Biosecurity guidance to prevent the spread of animal diseases*. Acedido em Fev. 13, 2018, disponível em: www.nonnativespecies.org/downloadDocument.cfm?id=615
- Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA) (2012a). *Controlling disease in farm animals*. Acedido em Dez. 15, 2017, disponível em: <https://www.gov.uk/guidance/controlling-disease-in-farm-animals>
- Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA) (2012b). *Assessment of tailored farm-level biosecurity strategies for beef suckler farms in England and Wales*. Acedido em Dez. 15, 2017, disponível em:
- Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA) (2013). *Assessment of tailored farm-level biosecurity strategies for beef suckler farms in England and Wales*. Acedido em Dez. 15, 2017, disponível em: <http://sciencesearch.defra.gov.uk/Default.aspx?Menu=Menu&Module=More&Location=None&Completed=0&ProjectID=14768>
- Department of Agriculture and Rural Development Northern Ireland (DARDNI) (2004). *Biosecurity Code for Northern Ireland Farms*. Belfast, Northern Ireland: DARDNI. Acedido em Jan. 15, 2018, disponível em: <https://www.daera-ni.gov.uk/publications/biosecurity-code-northern-ireland-farms>
- Dewulf, J. (2014). An online risk-based biosecurity scoring system for pig farms. *Veterinary Journal Ireland*, 4(8), 426–429.
- Dewulf, J., Van Immerseel, F. (2018). *Biosecurity in animal production and veterinary medicine: From principles to practice*. Haia: Acco.
- Dias, J. A., Alfieri, A. A., Gonçalves, V. S. P., Ferreira-Neto, J. S. & Muller, E. E. (2013). Seroprevalence and Risk Factors of Bovine Herpesvirus 1 Infection in Cattle Herds in the State of Paraná, Brazil. *Transboundary and Emerging Diseases*, 60(1), 1–9.
- Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) (2018). *Bovinos: Sanidade – Planos e Programas Sanitários*. Acedido em Abr. 4, 2018, disponível em: <https://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV/genericos?actualmenu=15698&generico=15699&cboui=15699>

- Diretiva 88/407/CEE do Conselho de 14 de Junho de 1988. Diretiva 88/407 que fixa as exigências de polícia sanitária aplicáveis às trocas comerciais intracomunitárias e às importações de sémen congelado de animais da espécie bovina. Acedido em Fev. 11, 2018, disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:31988L0407&from=PT>
- Diskin, M. G. & Kenny, D. A. (2016). Managing the reproductive performance of beef cows. *Theriogenology*, xxx, 1–9.
- Dubey, J. P., Schares, G. & Ortega-Mora, L. M. (2007). Epidemiology and Control of Neosporosis and Neospora caninum. *Clinical Microbiology Reviews*, 20(2), 323–367.
- Duncan, A. L. (1990). Health security in cattle herds. *In Practice*, 12, 29–32.
- Elliott, G. N., Hough, R. L., Avery, L. M., Maltin, C. A. & Campbell, C. D. (2015). Environmental risk factors in the incidence of Johnes disease. *Critical Reviews in Microbiology*, 41(4), 488–507.
- Ellison, R., Pickering, J., Bruère, S., Weir, A., Hill, F., Blaikie, P., Voges, H., Clough, W., Anderson, P., Heuer, C., Weston, J., Hoyle, T. & Gibson, I. (2011). *The BVD management toolkit: Define, Assess, Action, Monitor*. Nova Zelândia: New Zealand Veterinary Association (NZVA) BVD Steering Committee. Acedido em Out. 25, 2017, disponível em: http://www.controlbvd.org.nz/sites/default/files/toolkit/BVD_SC_Toolkit_Full-Update_2012.pdf
- Ezanno, P., Fourichon, C., Beaudeau, F. & Seegers, H. (2006). Between-herd movements of cattle as a tool for evaluating the risk of introducing infected animals. *Animal Research*, 55, 189–208.
- Ezanno, P., Fourichon, C. & Seegers, H. (2008). Influence of herd structure and type of virus introduction on the spread of bovine viral diarrhoea virus (BVDV) within a dairy herd. *Veterinary Research*, 39(39).
- FAO (2010). Good practices for biosecurity in the pig sector – issues and options in developing and transition countries. *FAO Animal Production and Health*, 169. Acedido em Dez. 6, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/012/i1435e/i1435e00.pdf>
- Faries, F. C., Roussel, A. J., Thrift, T. R., Gill, R. J. & Magee, D. D. (2002). *Bovine Paratuberculosis of Beef Cattle*. AgriLife Extension Service, Texas A&M System. Acedido em Jan. 16, 201, disponível em: <http://aglifesciences.tamu.edu/animalscience/wp-content/uploads/sites/14/2012/04/beef-bovine-paratuberculosis.pdf>
- Fasina, F. O., Ali, A. M., Yilma, J. M., Thieme, O. & Ankers, P. (2012). The cost-benefit of biosecurity measures on infectious diseases in the Egyptian household poultry. *Preventive Veterinary Medicine*, 103, 178–191.
- Fávero, J. F., Araújo, H. L. De, Lilenbaum, W., Machado, G., Tonin, A. A., Baldissera, M. D., Stefani, L. M. & Da Silva, A. S. (2017a). Bovine leptospirosis: Prevalence, associated risk factors for infection and their cause-effect relation. *Microbial Pathogenesis*, 107, 149–154.
- Fávero, J. F., Da Silva, A. S., Campigotto, G., De Barros, L. D., Garcia, J. L., Vogel, F. F., Mendes, R. E. & Stefani, L. M. (2017b). Risk factors for Neospora caninum infection in dairy cattle and their possible cause- effect relation for disease. *Microbial Pathogenesis*, 110, 202–207.

- Fernández-Silva, J. A., Vásquez, N. F. R. & Correa-Valencia, N. M. (2017). Factors associated with *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis in dairy cows from Northern Antioquia, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 30, 48–59.
- Ferreira, H. F. P. (2010). *Planos profiláticos aplicados a populações de bovinos de carne: caracterização e avaliação do seu impacto nos parâmetros produtivos*. Dissertação de Mestrado em Medicina veterinária. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Técnica de Lisboa.
- Ferreira, S. B., Sousa, K. R. S., Castro, V., Lopes, S. T. P., Ferreira, S. B., Feitosa, L. C. S., Moura, L. de M., Mineiro, A. L. B. B., De Freitas, D. R. J. & De Souza, J. A. T. (2017). Análise soroepidemiológica e fatores de risco associados à *Leptospira* spp. em bovinos no estado do Piauí. *Acta Scientiae Veterinariae*, 45(1494).
- Fischer, O., Mátlová, L., Dvorská, L., Svástová, P., Bartl, J., Melichárek, I., Weston, R. T & Pavlík, I. (2001). Diptera as vectors of mycobacterial infections in cattle and pigs. *Medical and Veterinary Entomology*, 15, 208–211.
- Fray, M. D., Paton, D. J. & Alenius, S. (2000). The effects of bovine viral diarrhoea virus on cattle reproduction in relation to disease control. *Animal Reproduction Science*, 60–61, 615–627.
- Garcia, A. B. & Shalloo, L. (2015). Invited review: The economic impact and control of paratuberculosis in cattle. *Journal of Dairy Science*, 98(8), 1–21.
- Gates, M. C., Woolhouse, M. E. J., Gunn, G. J. & Humphry, R. W. (2013). Relative associations of cattle movements, local spread, and biosecurity with bovine viral diarrhoea virus (BVDV) seropositivity in beef and dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 112, 285–295.
- Gates, M. C., Humphry, R. W., Gunn, G. J. & Woolhouse, M. J. (2014). Not all cows are epidemiologically equal: quantifying the risks of bovine viral diarrhoea virus (BVDV) transmission through cattle movements. *Veterinary Research*, 45(110).
- Gelaude, P., Schlepers, M., Verlinden, M., Laanen, M., & Dewulf, J. (2014). Biocheck.UGent: a quantitative tool to measure biosecurity at broiler farms and the relationship with technical performances and antimicrobial use. *Poultry Science*, 93, 2740–2751.
- Ghent University (2019). *Launch of the Biocheck Cattle*. Acedido em Fev. 14, 2019, disponível em: https://www.biocheck.ugent.be/di08/content/newsletter/201902_en-GB.pdf.
- Gonçalves, A. & Vasconcellos, S. A. (2010). Fatores de risco para a leptospirose em fêmeas bovinas em idade reprodutiva no Estado da Bahia , Nordeste do Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 30(5), 398–402.
- Gonzalez-Garcia, M. A., Arenas-Casas, A., Cabonero-Martinez, A., Borge-Rodriguez, C., Garcia-Bocanegra, I., Maldonado, J. L., Gomez-Pacheco, J. M. & Perea-Remujo, J. A. (2009). Seroprevalence and risk factors associated with bovine herpesvirus type 1 (BHV1) infection in non-vaccinated cattle herds in Andalusia (South of Spain), 7(3), 550–554.
- Grace, D., Gilbert, J., Randolph, T. & Kang'ethe, E. (2012). The multiple burdens of zoonotic disease and an ecohealth approach to their assessment. *Tropical Animal Health and Production*, 44(Suppl.1), S67–S73.

- Grady, O. L., O'Neill, R., Collins, D. M., Clegg, T. A. & More, S. J. (2008). Herd and within-herd BoHV-1 prevalence among Irish beef herds submitting bulls for entry to a performance testing station. *Irish Veterinary Journal*, 61(12), 29–35.
- Graham, D. A., Clegg, T. A., Lynch, M. & More, S. J. (2013). Herd-level factors associated with the presence of bovine viral diarrhoea virus in herds participating in the voluntary phase of the Irish national eradication programme. *Preventive Veterinary Medicine*, 112, 99–108.
- Grooms, D. L. (2006). Reproductive losses caused by bovine viral diarrhea virus and leptospirosis. *Theriogenology*, 66, 624–628.
- Hasson, F. & Keeney, S. (2011). Enhancing rigour in the Delphi technique research. *Technological Forecasting & Social Change*, 78(9), 1695–1704.
- Helmer, O. (1963). *The systematic use of expert judgment in operations research*. Santa Mónica, Califórnia: The Rand Corporation.
- Hirst, H. L., Garry, F. B., Morley, P. S., Salman, M. D., Dinsmore, R. P., Wagner, B. A., Mcsweeney, K.D. & Goodell, G. M. (2004). Seroprevalence of Mycobacterium avium subsp paratuberculosis infection among dairy cows in Colorado and herd-level risk factors for seropositivity. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 225(1), 97–101.
- Hop, G. E., Mourits, M. C. M., Oude Lansink, A. G. J. M. & Saatkamp, H. W. (2014). Future structural developments in Dutch and German livestock production and implications for contagious livestock disease control. *Technological Forecasting and Social Change*, 82, 95–114.
- Horst, H. S., Dijkhuizen, A. A., Huirne, R. B. M. & De Leeuw, P. W. (1998). Introduction of contagious animal diseases into the Netherlands: Elicitation of expert opinions. *Livestock Production Science*, 53, 253–264.
- Houe, H., Ersboll, A. K. & Nielsen, L. R. (2004). Transmission of infection. In H. Houe, A. K. Ersboll & N. Toft (Eds.), *Introduction to Veterinary Epidemiology* (pp. 33–36). Frederiksberg, Denmark: Biofolia.
- Hovingh, E. (2017). *Biosecurity Overview*. Acedido em Jan. 5, 2017, disponível em: <https://extension.psu.edu/biosecurity-overview>
- Instituto Nacional de Estatística (INE, I.P.) (2011). Recenseamento Agrícola 2009. Lisboa, Portugal: Instituto Nacional de Estatística, I.P.
- Instituto Nacional de Estatística (INE, I.P.) (2017). Inquérito às Estruturas das Explorações Agrícolas 2016. Lisboa, Portugal: Instituto Nacional de Estatística, I.P.
- Instituto Nacional de Estatística (INE, I.P.) (2018). *Exportações (€) de animais vivos da espécie bovina pelo Mundo entre Janeiro de 2012 e de Outubro de 2018*. Lisboa, Portugal: Instituto Nacional de Estatística, I.P. Acedido em Nov. 2, 2018, disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0005716&contexto=bd&selTab=tab2
- International Federation for Animal Health (IFAH) (2012). *The Costs of Animal Disease*. Oxford Analytica.

- International Trade Centre (ITC) (2018). *List of importing markets for a product exported by Portugal: 0102 Live bovine animals*. Acedido em Nov. 2, 2018, disponível em: https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS_Graph.aspx?nvpm=1%7c620%7c%7c%7c%7c0102%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1
- Iowa Beef Industry Council (IBIC) (n.d.). *Biosecurity basics: for Cattle Producers*. Acedido em Dez. 23, 2017, disponível em: <https://www.iabeef.org/Media/IABeef/Docs/biosecuritybasicsforcattleproducers.pdf>
- Jakobsen, M. B., Alban, L. & Nielsen, S. S. (2000). A cross-sectional study of paratuberculosis in 1155 Danish dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 46, 15–27.
- Jimenez, D. F., Perez, A. M., Carpenter, T. E. & Martinez, A. (2011). Factors associated with infection by *Campylobacter fetus* in beef herds in the Province of Buenos Aires, Argentina. *Preventive Veterinary Medicine*, 101, 157–162.
- Jin, Y., Schumaker, B., Logan, J. & Yao, C. (2014). Risk factors associated with bovine trichomoniasis in beef cattle identified by a questionnaire. *Journal of Medical Microbiology*, 63, 896–902.
- Johnson-Ifeorlundu, Y. J., & Kaneene, J. B. (1998). Management-related risk factors for *M. paratuberculosis* infection in Michigan, USA, dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 37, 41–54.
- Keeney, S., Hasson, F. & McKenna, H. (2011). *The Delphi Technique in Nursing and Health Research*. Chichester, United Kingdom: Wiley-Blackwell.
- Kobayashi, S., Tsutsui, T., Yamamoto, T. & Nishiguchi, A. (2007). Epidemiologic Indicators Associated with Within-farm Spread of Johne's Disease in Dairy Farms in Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 69(12), 1255–1258.
- Künzler, R., Torgerson, P., Keller, S., Wittenbrink, M., Stephan, R., Knubben-schweizer, G., Berchtold, B. & Meylan, M. (2014). Observed management practices in relation to the risk of infection with paratuberculosis and to the spread of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in Swiss dairy and beef herds. *BMC Veterinary Research*, 10(132).
- Kuster, K. B. (2013). *Effectiveness and importance of on-farm biosecurity measures in Switzerland*. Ph.D. Thesis. Bern, Switzerland: Vetsuisse Faculty, University of Bern
- Lanyon, S. R., Hill, F. I., Reichel, M. P. & Brownlie, J. (2014). Bovine viral diarrhoea: Pathogenesis and diagnosis. *The Veterinary Journal*, 199, 201–209.
- Larson, R., Grotelueschen, D., Brock, K., Hunsaker, B. D., Smith, R., Sprowls, R., MacGregor, D.S., Loneragan, G.H. & Dargatz, D. A. (2004). Bovine Viral Diarrhea (BVD): Review for beef cattle veterinarians. *The Bovine Practitioner*, 38(1), 93–102.
- Laureyns, J., Ribbens, S. & de Kruif, A. (2010). Control of bovine virus diarrhoea at the herd level: Reducing the risk of false negatives in the detection of persistently infected cattle. *The Veterinary Journal*, 184, 21–26.
- Levett, P. N. (2001). Leptospirosis. *Clinical Microbiology Reviews*, 14(2), 296–326.
- Lewerin, S. S., Österberg, J., Alenius, S., Elvander, M., Fellström, C., Tråvén, M., Wallgren, P., Waller, K. & Jacobson, M. (2015). Risk assessment as a tool for improving external biosecurity at farm level. *BMC Veterinary Research*, 11(171), 1–10.

- Lindberg, A. & Alenius, S. (1999). Principles for eradication of bovine viral diarrhoea virus (BVDV) infections in cattle populations. *Veterinary Microbiology*, 64, 197–222.
- Lindberg, A. & Houe, H. (2005). Characteristics in the epidemiology of bovine viral diarrhoea virus (BVDV) of relevance to control. *Preventive Veterinary Medicine*, 72, 55–73.
- Lindberg, A., Stokstad, M., Løoken, T., Alenius, S. & Niskanen, R. (2004). Indirect transmission of bovine viral diarrhoea virus at calving and during the postparturient period. *Veterinary Record*, 154, 463–467.
- Linstone, H. A. & Turoff, M. (Eds.). (2002). *The Delphi Method - Techniques and Applications*.
- Llano, H. A. B., Guimarães, M. S., Soares, R. M., Polo, G. & Da Silva, A. C. (2018). Seroprevalence and risk factors for *Neospora caninum* infection in cattle from the eastern Antioquia, Colombia. *Veterinary and Animal Science*, 25(15).
- Maia, E. L. & Corrêa, E. B. (2014). Campilobacteriose genital bovina - métodos de diagnóstico e controle: revisão de literatura. *Uningá*, 40, 187–195.
- Mainar-Jaime, R. C., Berzal-Herranz, B., Arias, P. & Rojo-Vázquez, F. A. (2001). Epidemiological pattern and risk factors associated with bovine viral-diarrhoea virus (BVDV) infection in a non-vaccinated dairy-cattle population from the Asturias region of Spain. *Preventive Veterinary Medicine*, 52, 63–73.
- Manitoba Beef Producers (MBP) (2013). Acedido em Jan. 4, 2018, disponível em: <https://www.mbbeef.ca/wp-content/uploads/2013/01/MBP-Biosecurity-Guide.pdf>
- Mardones, F. O., Perez, A. M., Martínez, A. & Carpenter, T. E. (2008). Risk factors associated with *Tritrichomonas foetus* infection in beef herds in the Province of Buenos Aires, Argentina. *Veterinary Parasitology*, 153, 231–237.
- Mars, M. H., Bruschke, C. J. M. & Oirschot, J. T. Van. (1999). Airborne transmission of BHV1, BRSV, and BVDV among cattle is possible under experimental conditions. *Veterinary Microbiology*, 66, 197–207.
- Martin, T. G., Burgman, M. A., Fidler, F., Kuhnert, P. M., Low-Choy, S., McBride, M. & Mengersen, K. (2012). Eliciting Expert Knowledge in Conservation Science. *Conservation Biology*, 26(1), 29–38.
- Meat & Livestock Australia (MLA) (2016). *Farm Biosecurity*. Acedido em Dez. 5, 2017, disponível em: <https://www.mla.com.au/research-and-development/animal-health-welfare-and-biosecurity/biosecurity/farm-biosecurity/>
- Mee, J. F., Geraghty, T., O'Neill, R. & More, S. J. (2012). Bioexclusion of diseases from dairy and beef farms: Risks of introducing infectious agents and risk reduction strategies. *The Veterinary Journal*, 194(2), 143–150.
- Mendoza-Ibarra, J. A., Pedraza-díaz, S., García-peña, F. J., Rojo-montejo, S., Ruiz-santaquiteria, J. A., Miguel-ibáñez, E. S., Navarro-lozano, V., Ortega-mora, L. M., Osoro, K. & Collantes-fernandez, E. (2012). High prevalence of *Tritrichomonas foetus* infection in Asturiana de la Montaña beef cattle kept in extensive conditions in Northern Spain. *The Veterinary Journal*, 193, 146–151.

- Mendoza-Ibarra, J. A., Ortega-Mora, L. M., Pedraza-Díaz, S., Rojo-Montejo, S., Ruiz-Santa-Quiteria, J. A., García-Peña, F. J., Navarro-Lozano, V., Cuevas-Martín, C., Osoro, K. & Collantes-Fernández, E. (2013). Differences in the prevalence of *Tritrichomonas foetus* infection in beef cattle farmed under extensive conditions in northern Spain. *The Veterinary Journal*, 196, 547–549.
- Michi, A. N., Favetto, P. H., Kastelic, J. & Cobo, E. R. (2016). A review of sexually transmitted bovine trichomoniasis and campylobacteriosis affecting cattle reproductive health. *Theriogenology*, 85, 781–791.
- Mockeliuniene, V., Šalomska, A., Mockeliunas, R. & Petkevičius, S. (2004). Prevalence and epidemiological features of bovine viral diarrhoea virus infection in Lithuania. *Veterinary Microbiology*, 99, 51–57.
- Moore, D. A., Merryman, M. M. L., Hartman, M. L. & Klingborg, D. J. (2008). Comparison of published recommendations regarding biosecurity practices for various production animal species and classes. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 233(2), 249–256.
- More, S. J., McKenzie, K., O’Flaherty, J., Doherty, M. L., Cromie, A. R. & Magan, M. J. (2010). Setting priorities for non-regulatory animal health in Ireland: Results from an expert Policy Delphi study and a farmer priority identification survey. *Preventive Veterinary Medicine*, 95, 198–207.
- Muylkens, B., Thiry, J., Kirten, P., Schynts, F. & Thiry, E. (2007). Bovine herpesvirus 1 infection and infectious bovine rhinotracheitis. *Veterinary Research*, 38(2), 181–209.
- Nandi, S., Kumar, M., Manohar, M. & Chauhan, R. S. (2009). Bovine herpes virus infections in cattle. *Animal Health Research Reviews*, 10(1), 85–98.
- Nielsen, S. S. & Toft, N. (2011). Effect of management practices on paratuberculosis prevalence in Danish dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 94, 1849–1857.
- Niskanen, R., & Lindberg, A. (2003). Transmission of bovine viral diarrhoea virus by unhygienic vaccination procedures, ambient air, and from contaminated pens. *The Veterinary Journal*, 165, 125–130.
- Nold, R., Smith, D. R., Brumm, M. C. (2004). *Preventing the Spread of Animal Diseases - Applications for Youth Livestock Shows*. Lincoln, Nebraska: University of Nebraska–Lincoln, Institute of Agriculture and Natural Resources.
- Nöremark, M., Frössling, J. & Lewerin, S. S. (2010). Application of routines that contribute to on-farm biosecurity as reported by Swedish livestock farmers. *Transboundary and Emerging Diseases*, 57(4), 225–236.
- Nöremark, M., Håkansson, N., Lewerin, S. S., Lindberg, A. & Jonsson, A. (2011). Network analysis of cattle and pig movements in Sweden: Measures relevant for disease control and risk based surveillance. *Preventive Veterinary Medicine*, 99, 78–90.
- Nöremark, M., Sternberg Lewerin, S., Ernholt, L. & Frössling, J. (2016). Swedish Farmers’ Opinions about Biosecurity and Their Intention to Make Professionals Use Clean Protective Clothing When Entering the Stable. *Frontiers in Veterinary Science*, 3(46).
- O’Doherty, E., Berry, D. P., O’Grady, L. & Sayers, R. (2014). Management practices as risk factors for the presence of bulk milk antibodies to *Salmonella*, *Neospora caninum* and *Leptospira interrogans* serovar hardjo in Irish dairy herds. *Animal*, 8(6), 1010–1019.

- O'Shaughnessy, J., Mee, J. F., Doherty, M. L., Crosson, P., Barrett, D., O'Grady, L., & Earley, B. (2013). Herd health status and management practices on 16 Irish suckler beef farms. *Irish Veterinary Journal*, 66(21).
- Obasanjo, I. O., Grohn, Y. T. & Mohammed, H. O. (1997). Farm factors associated with the presence of Mycobacterium paratuberculosis infection in dairy herds on the New York State Paratuberculosis Control Program. *Preventive Veterinary Medicine*, 32, 243–251.
- Oliveira, F. C. S., Azevedo, S. S., Pinheiro, S. R., Batista, S. A., Moraes, Z. M., Souza, G. O. (2017). WHO guidelines on use of medically important antimicrobials in food-producing animals. Geneva: OMS.
- OMS. (2018). Zoonoses. Acedido em Mai. 15, 2018 disponível em: <http://www.who.int/topics/zoonoses/en/>
- Ondrak, J. D. (2016). Tritrichomonas foetus Prevention and Control in Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 32(2), 411–423.
- Otte, M. J., & Chilonda, P. (n.d.). Animal Health Economics: an Introduction. In *Introduction to Animal Health Economics* (pp. 1–12). Roma, Itália: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), Livestock Information, Sector Analysis and Policy Branch, Animal Production and Health Division (AGA).
- Parker, R., Looper, M., Mathis, C., Sawyer, J. & Hagevoort, R. (2010). *Biosecurity on the Beef and Dairy Operation*. Las Cruces, Novo México: New Mexico State University-Cooperative Extension Service-College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences
- Pimenta, C. L. R. M., Castro, V., Clementino, I. J., Alves, C. J., Fernandes, G., Brasil, A. W. L., Santos, Carolina S. A. B. & Azevedo, S. S. (2014). Leptospirose bovina no Estado da Paraíba: prevalência e fatores de risco associados à ocorrência de propriedades positivas. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34(4), 332–336.
- Ponsart, C. & Pozzi, N. (2013). Sanitary requirements for bovine gametes and embryos in international trade. *Animal Reproduction Science*, 10(3), 283–296.
- Potgieter, L. N. D. (1995). Immunology of Bovine Viral Diarrhea Virus. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 11(3), 501–520.
- Puerto-parada, M., Arango-sabogal, J. C., Paré, J., Doré, E., Côté, G., Wellemans, V., Buczinski, S., Roy, J., Labrecque, O. & Fecteau, G. (2018). Risk factors associated with Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis herd status in Québec dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 152, 74–80.
- Quinn, P.J., Markey, B.K., Carter, M.E., Donnelly, W.J., Leonard, F.C. (2002). *Veterinary microbiology and microbial disease*. (2nd ed.). Oxford: Blackwell Publishing.
- Raaperi, K., Nurmoja, I., Orro, T. & Viltrop, A. (2010). Seroepidemiology of bovine herpesvirus 1 (BHV1) infection among Estonian dairy herds and risk factors for the spread within herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 96, 74–81.
- Raaperi, K., Orro, T. & Viltrop, A. (2014). Epidemiology and control of bovine herpesvirus 1 infection in Europe. *The Veterinary Journal*, 201, 249–256.

- Radostits, O. M. (2001). *Herd Health: Food Animal Production Medicine*. (3th ed.). Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Rae, D. O., Crews, J. E., Greiner, E. C. & Donovan, G. A. (2004). Epidemiology of *Tritrichomonas foetus* in beef bull populations in Florida. *Theriogenology*, 61, 605–618.
- Rae, D. O. & Crews, J. E. (2006). *Tritrichomonas foetus*. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 22, 595–611.
- Reardon, F., Graham, D. A., Clegg, T. A., Tratalos, J. A., O'Sullivan, P. & More, S. J. (2018). Quantifying the role of Trojan dams in the between-herd spread of bovine viral diarrhoea virus (BVDv) in Ireland. *Preventive Veterinary Medicine*, 152, 65–73.
- Regulamento (EU) n.º 429/2016 de 9 de Março. Regulamento relativo às doenças animais transmissíveis e que altera e revoga determinados atos no domínio da saúde animal ("Lei da Saúde Animal"). Parlamento Europeu e Conselho Europeu. Bruxelas.
- Ribbens, S., Dewulf, J., Koenen, F., Mintiens, K., De Sadeleer, L., de Kruif, A. & Maes, D. (2008). A survey on biosecurity and management practices in Belgian pig herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 83, 228–241.
- Roussel, A. J., Libal, M. C., Whitlock, R. L., Hairgrove, T. B., Barling, K. S. & Thompson, J. A. (2005). Prevalence of and risk factors for paratuberculosis in purebred beef cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226(5), 773–778.
- Rowe, G. & Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool : issues and analysis. *International Journal of Forecasting*, 15, 353–375.
- Rowe, G. & Wright, G. (2001). Expert opinions in forecasting: the role of the Delphi technique. In J. S. Armstrong (Ed.), *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners* (pp. 125–144). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Rutter, K., Bibby, S. & Crawford, M. (2008). Biosecurity - A practical Approach for Beef Herds. Acedido em Jan. 11, 2018, disponível em: <http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/pests-diseases-and-weeds/animal-diseases/beef-and-dairy-cows/biosecurity-a-practical-approach-for-beef-herds>
- Sahin, O., Yaeger, M., Wu, Z. & Zhang, Q. (2017). *Campylobacter*-Associated Diseases in Animals. *Annual Review of Animal Biosciences*, 5, 21–42.
- Sahlström, L., Virtanen, T., Kyörö, J. & Lyytikäinen, T. (2014). Biosecurity on Finnish cattle, pig and sheep farms – results from a questionnaire. *Preventive Veterinary Medicine*, 117, 59–67.
- Salgado, M., Otto, B., Sandoval, E., Reinhardt, G. & Boqvist, S. (2014). A cross sectional observational study to estimate herd level risk factors for *Leptospira* spp . serovars in small holder dairy cattle farms in southern Chile. *BMC Veterinary Research*, 10(126).
- Sanderson, M. W., Dargatz, D. A. & Garry, F. B. (2000). Biosecurity practices of beef cow-calf producers. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217(2), 185–189.
- Sanderson, M. W. & Gnad, D. P. (2002). Biosecurity for reproductive diseases. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 18, 79–98.
- Sanhueza, J. M., Heuer, C., & West, D. (2013). Contribution of *Leptospira*, *Neospora caninum* and bovine viral diarrhoea virus to fetal loss of beef cattle in New Zealand. *Preventive Veterinary Medicine*, 112, 90–98.

- Sarrazin, S., Veldhuis, A., Méroc, E., Vangeel, I., Laureyns, J., Dewulf, J., Brigitte, A., Piepers, S., Hooyberghs, J., Ribbens, S. & Stede, Y. V. D. (2013). Serological and virological BVDV prevalence and risk factor analysis for herds to be BVDV seropositive in Belgian cattle herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 108, 28–37.
- Sarrazin, S., Brigitte, A. C., Laureyns, J. & Dewulf, J. (2014a). A survey on biosecurity and management practices in selected Belgian cattle farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 117, 129–139.
- Sarrazin, S., Dewulf, J., Mathijs, E., Laureyns, J., Mostin, L., & Cay, A. B. (2014b). Virulence comparison and quantification of horizontal bovine viral diarrhoea virus transmission following experimental infection in calves. *Veterinary Journal*, 202(2), 244–249.
- Sayers, R. G., Sayers, G. P., Mee, J. F., Good, M., Bermingham, M. L., Grant, J., & Dillon, P. G. (2013). Implementing biosecurity measures on dairy farms in Ireland. *The Veterinary Journal*, 197(2), 259–267.
- Sayers, R. G., Good, M., & Sayers, G. P. (2014a). A survey of biosecurity-related practices, opinions and communications across dairy farm veterinarians and advisors. *The Veterinary Journal*, 200(2), 261–269.
- Sayers, R. (Regina) G. (2014b). *Biosecurity , Bovine Viral Diarrhoea Virus (BVDv), and Bovine Herpesvirus-1 (BoHV-1) : Epidemiological investigations in Irish Dairy Herds*. Ph.D. Thesis. Limerick, Republic of Ireland: University of Limerick
- Scott, P. (2017). *Biosecurity in Dairy and Beef Cattle*. Reino Unido: NADIS - Animal Health Skills. Acedido em Dez. 11, 2017, disponível em: <http://www.nadis.org.uk/bulletins/biosecurity-in-dairy-and-beef-cattle.aspx>
- Scottish Government, (2005). *Codes of Recommendations for the Welfare of Livestock : Animal Health and Biosecurity*. Acedido em Jan. 6, 2018, disponível em: <https://www2.gov.scot/Publications/2002/11/15800/13888#b6>
- Shortall, O., Ruston, A., Green, M. & Brennan, M. L. (2016). Broken biosecurity? Veterinarians' framing of biosecurity on dairy farms in England. *Preventive Veterinary Medicine*, 132, 20–31.
- Shortall, O., Green, M., Brennan, M., Wapenaar, W. & Kaler, J. (2017). Exploring expert opinion on the practicality and effectiveness of biosecurity measures on dairy farms in the United Kingdom using choice modeling. *Journal of Dairy Science*, 100, 2225–2239.
- Sibley, D. (2014). Biosecurity in the beef herd. *In Practice*, 36, 238–248.
- Slottje, P., Sluijs, J. P. van der & Knol, A. B. (2008). Expert Elicitation: Methodological suggestions for its use in environmental health impact assessments. Bilthoven, Netherlands: National Institute for Public Health and the Environment.
- Smith, D. R. & Grotelueschen, D. M. (2004). Biosecurity and biocontainment of bovine viral diarrhea virus. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 20, 131–149.
- Smith, R. L., Sanderson, M. W., Renter, D. G., Larson, R. L. & White, B. J. (2010). A stochastic model to assess the risk of introduction of bovine viral diarrhea virus to beef cow-calf herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 88, 101–108.

- Solis-calderon, J. J., Segura-correa, V. M., Segura-Correa, J. C. & Alvarado-Islas, A. (2003). Seroprevalence of and risk factors for infectious bovine rhinotracheitis in beef cattle herds of Yucatan, Mexico. *Preventive Veterinary Medicine*, 57, 199–208.
- Talafha, A. Q., Ababneh, M. M., Hirche, S. M., Ababneh, M. M. & Al-Majali, A. M. (2009). Prevalence and risk factors associated with bovine viral diarrhea virus infection in dairy herds in Jordan. *Tropical Animal Health and Production*, 41, 499–506.
- Taylor, J. D., Clement, J., Griffin, D. & Lechtenberg, K. (2005). *Beef Biological Risk Management*. Ames, Iowa: Iowa State University, College of Veterinary Medicine, CFSPH.
- Teagasc. (2016). Biosecurity. In *Teagasc Beef manual* (p. 234-236). Disponível em: <https://www.teagasc.ie/media/website/animals/beef/Biosecurity.pdf>
- Thibier, M. (2010). Biosecurity - Its added value to Embryo Transfer. *Acta Scientiae Veterinariae*, 38(Supl. 2), 649–660.
- Thrusfield, M. (2007). *Veterinary Epidemiology* (3^a ed.) Oxford, Reino Unido: Blackwell Science Ltd.
- Tiwari, A., Vanleeuwen, J. A., Dohoo, I. R., Keefe, G. P., Haddad, J. P., Scott, H. M. & Whiting, T. (2009). Risk factors associated with Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis seropositivity in Canadian dairy cows and herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 88, 32–41.
- Truysers, I., & Jennings, A. (2016). Management and control of Johne's disease in beef suckler herds. *In Practice*, 38, 347–354.
- Tyler, S., Pearson, B., & Hill, E. (2010). *Kansas Cattle Feedyard Biosecurity Guide*. Manhattan, Kansas: Cubic applications Inc.
- University of Nebraska–Lincoln (UNL) (2003). *Prevention and control of specific cow calf diseases*. Acedido em Jan. 10, 2018, disponível em: http://www.farmandranchbioseurity.com/dictionary_cow_calf.htm#bvd
- Valle, P. S., Martin, S. W., Tremblay, R. & Bateman, K. (1999). Factors associated with being a bovine-virus diarrhoea (BVD) seropositive dairy herd in the More and Romsdal County of Norway. *Preventive Veterinary Medicine*, 40, 165–177.
- van der Eijk, C. (2001). Measuring Agreement in Ordered Rating Scales. *Quality & Quantity*, 35, 325–341.
- van Schaik, G., Dijkhuizen, A. A., Huirne, R. B. M., Schukken, Y. H., Nielen, M. & Hage, H. J. (1998). Risk factors for existence of Bovine Herpes Virus 1 antibodies on nonvaccinating Dutch dairy farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 34, 125–136.
- van Schaik, G., Schukken, Y. H., Nielen, M., Dijkhuizen, A. A. & Benedictus, G. (2001). Epidemiology: Risk factors for introduction of BHV1 into BHV1 - free Dutch dairy farms: A case - control study. *Veterinary Quarterly*, 23(2), 71–76.
- Van Schaik, G., Schukken, Y. H., Nielen, M., Dijkhuizen, A. A., Barkema, H. W. & Benedictus, G. (2002). Probability of and risk factors for introduction of infectious diseases into Dutch SPF dairy farms: a cohort study. *Preventive Veterinary Medicine*, 54, 279–289.

- Van Wuijckhuise, L., Bosch, J., Franken, P., Frankena, K. & Elbers, A. R. W. (1998). Epidemiological characteristics of bovine herpesvirus 1 infections determined by bulk milk testing of all Dutch dairy herds. *The Veterinary Record*, 181–184.
- Vanleeuwen, J. A., Haddad, J. P., Dohoo, I. R., Keefe, G. P., Tiwari, A. & Scott, H. M. (2010). Risk factors associated with *Neospora caninum* seropositivity in randomly sampled Canadian dairy cows and herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 93, 129–138.
- Villarroel, A., Carpenter, T. E. & Bondurant, R. H. (2004). Development of a simulation model to evaluate the effect of vaccination against *Tritrichomonas foetus* on reproductive efficiency in beef herds. *American Journal of Veterinary Research*, 65(6), 770–775.
- Villarroel, A., Dargatz, D. A., Lane, V. M., McCluskey, B. J. & Salman, M. D. (2007). Suggested outline of potential critical control points for biosecurity and biocontainment on large dairy farms. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 230(6), 808-819.
- von der Gracht, H. A. (2012). Consensus measurement in Delphi studies. Review and implications for future quality assurance. *Technological Forecasting & Social Change*, 79, 1525–1536.
- Watson, C. R., Watson, M. C., Ackerman, G. & Gronvall, G. K. (2017). Expert Views on Biological Threat Characterization for the U.S. Government: A Delphi Study. *Risk Analysis*, 37(12), 2389–2404.
- Wayne, L. V. (1991). Developing a model specific pathogen free beef herd. In *6th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics* (pp. 364–366).
- Wells, S. (2000). Biosecurity on Dairy Operations: Hazards and Risks. *Journal of Dairy Science*, 83, 2380–2386.
- Wells, S. J. & Wagner, B. A. (2000). Herd-level risk factors for infection with *Mycobacterium paratuberculosis* in US dairies and association between familiarity of the herd manager with the disease or prior diagnosis of the disease in that herd and use of preventive measures. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 216(9), 1450-1457.
- Wells, S., Dee, S. & Godden, S. (2002). Biosecurity for gastrointestinal diseases of adult dairy cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 18, 35–55.
- Welphi (2018). *Welphi - online survey platform that implements Delphi method*. Acedido em Fev. 10, 2018, disponível em: <http://www.welphi.com/>
- Whitlock, R. H. & Buergelt, C. (1996). Preclinical and clinical manifestations of paratuberculosis (including pathology). *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 12(2), 345–356.
- Whittier, W. D. (2002). Biosecurity Issues for Virginia Cattle Operations: Preventing a Disease Outbreak. Blacksburg, Virgínia: Virginia Cooperative Extension - Virginia State University. Acedido em Dez. 23, 2017, disponível em: https://www.sites.ext.vt.edu/newsletter-archive/livestock/aps-02_03/aps-078.html
- Whittington, R. J. & Windsor, P. A. (2009). In utero infection of cattle with *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis: A critical review and meta-analysis. *The Veterinary Journal*, 179, 60–69.

- Wilke, A., Windhorst, H. W. & Grabkowsky, B. (2011). Analysis of risk factors for the introduction of *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. in poultry farms using Delphi method. *World's Poultry Science Journal*, 67(4), 615–630.
- Windsor, P. A. & Whittington, R. J. (2010). Evidence for age susceptibility of cattle to Johne's disease. *The Veterinary Journal*, 184, 37–44.
- Wolf, R., Barkema, H. W., De Buck, J. & Orsel, K. (2016). Dairy farms testing positive for *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis* have poorer hygiene practices and are less cautious when purchasing cattle than test-negative herds. *Journal of Dairy Science*, 99, 4526–4536.

10. Anexos

Anexo 1 – Processo Delphi

Primeira ronda

Plataforma Delphi – exemplo ilustrativo de um grupo de aspetos de biossegurança (Introdução de efetivo)

ROUND 1 | Índice de biossegurança - exploração de bovinos de carne em extensivo

INTRODUÇÃO DE EFETIVO | CONTATOS COM OUTROS ANIMAIS | MATERIAL, EQUIPAMENTOS E VEÍCULOS | PESSOAS | ALIMENTOS, ÁGUA E OUTROS ABASTECIMENTOS | GE

Este aspeto é relevante para avaliar a biossegurança de uma exploração?

	DISCORDO TOTALMENTE	DISCORDO PARCIALMENTE	NÃO CONCORDO, NEM DISCORDO	CONCORDO PARCIALMENTE	CONCORDO TOTALMENTE	NÃO SEI/NÃO QUERO RESPONDER
A taxa de reposição com animais externos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O processo de seleção da origem dos animais a introduzir e dos próprios animais a introduzir	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção de uma área designada para quarentena e utilização da mesma para esse efeito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

0 %

← BACK SAVE AND NEXT →

Exemplo de visualização de informação adicional dada sobre um aspeto de biossegurança

ROUND 1 | Índice de biossegurança - exploração de bovinos de carne em extensivo

INTRODUÇÃO DE EFETIVO | CONTATOS COM OUTROS ANIMAIS | MATERIAL, EQUIPAMENTOS E VEÍCULOS | PESSOAS | ALIMENTOS, ÁGUA E OUTROS ABASTECIMENTOS | GE

O processo de seleção da origem dos animais a introduzir e dos próprios animais a introduzir

Grupo
Introdução de efetivo

Descrição/Exemplo(s)
Exemplos: Escolha de explorações certificadas; testagem dos animais a introduzir; inspeção dos animais a introduzir

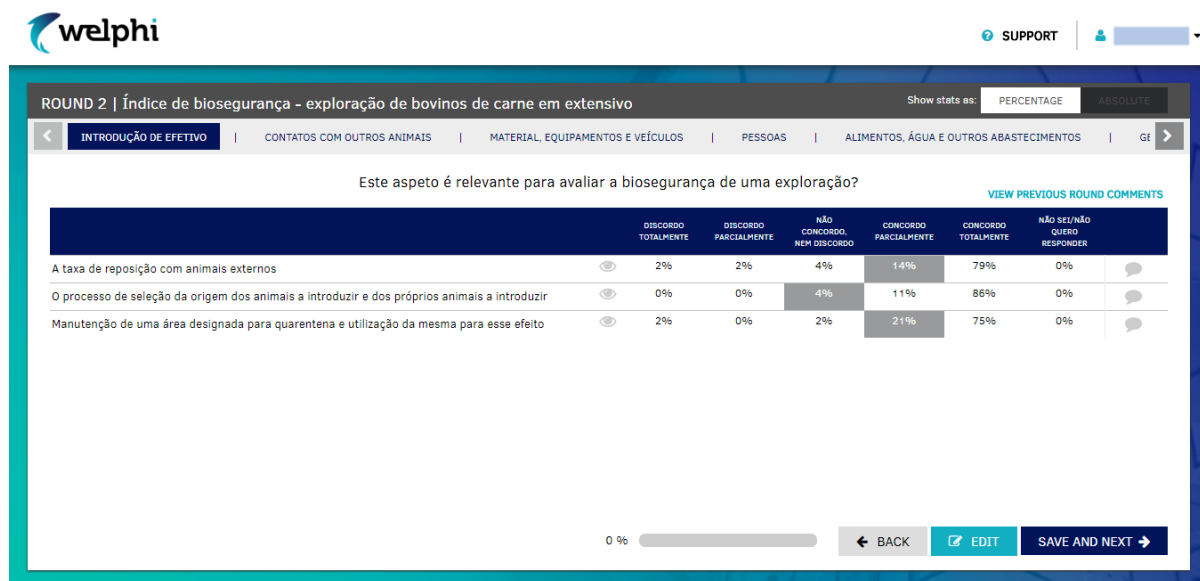
CANCEL

0 %

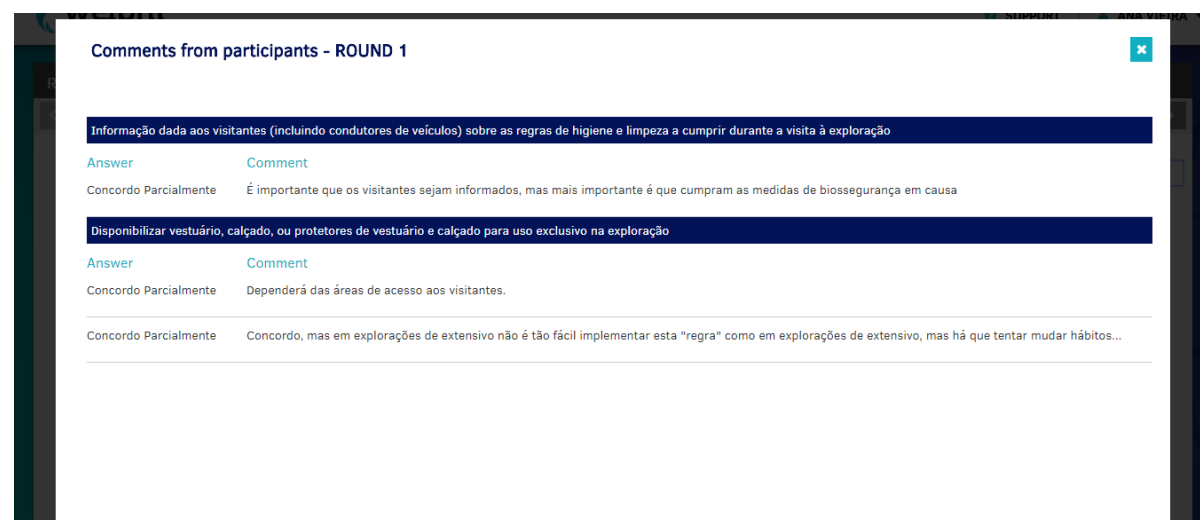
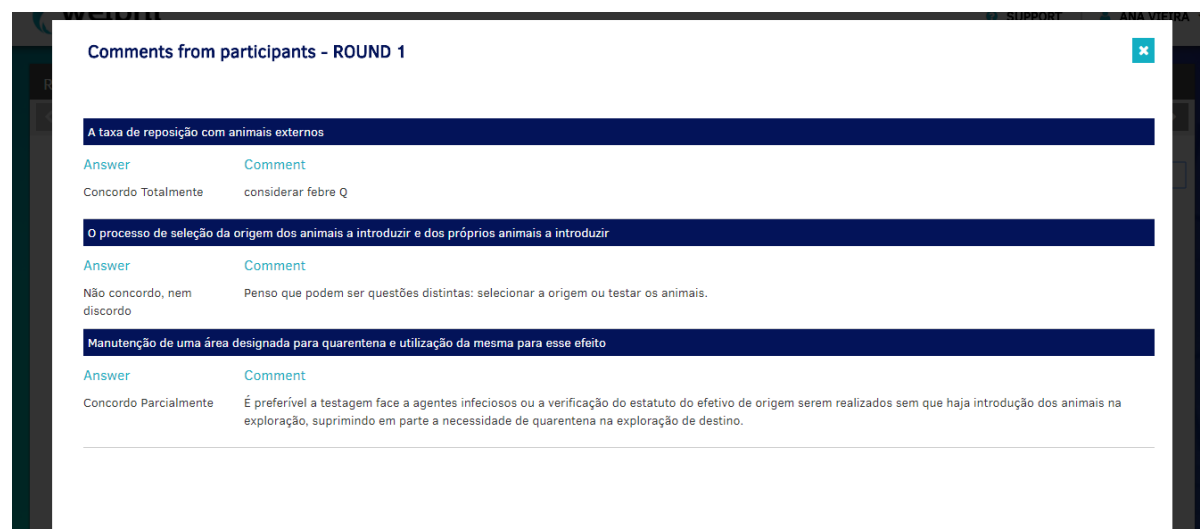
← BACK SAVE AND NEXT →

Segunda ronda

Plataforma Welphi - exemplo ilustrativo de um grupo de aspetos de biossegurança (Introdução de efetivo) com o feedback controlado dos resultados da primeira ronda



Exemplos de visualização de comentários feitos por participantes na primeira ronda



Anexo 2 - Reposição com animais externos

Fatores de risco/protetores e respectivos *odds ratios* (OR), relativos à reposição do efetivo com animais externos, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Manter a manada fechada (vs. Manada aberta)	0.12 (P=0.041, IC 95%: 0.01–0.60)	BVDV	Seropositividade da manada	Reino Unido	Gates et al., 2014
Animais comprados (vs. Criados na exploração)	3.83 (p<0.001, IC 95%: 1.90-7.73)	BVDV	Seropositividade do indivíduo	Espanha	Mainar-Jaime et al., 2001
Nº de animais comprados em dado ano	1.054 (p=0.001, IC 95%: 1.021-1.088)	BVDV	Manada com estatuto positivo para a doença	Reino Unido	Byrne et al., 2017
Animal comprado (vs. Criado na exploração)	1.67 (p<0.001 IC 95%: 1.32-2.12)	BHV-1	Seropositividade do animal	Bélgica	Boelaert et al., 2005
Nº de animais introduzidos: 2–3 4–10 11–29 ≥ 30	1.06 (p<0.001, IC 95%: 0.78-1.44) 1.18 (p<0.001, IC 95%: 0.89-1.56) 1.81 (p<0.001, IC 95%: 1.38-2.37) 1.41 (p<0.001, IC 95%: 1.06-1.89)	BVDV	Presença de pelo menos 1 vitelo positivo	República da Irlanda	Graham et al., 2013
Compra de animais (vs. Não compra de animais)	1.8 (p<0.05, IC 95%: 1.02-3.12)	BVDV	Seropositividade da manada	Noruega	Valle et al., 1999
Compra de animais (vs. Não compra de animais)	1.32 (p=0.00, IC 95%: 1.15–1.52)	BHV-1	Seropositividade da manada	Holanda	van Schaik et al., 1998
Compra de animais reprodutores (vs. Não compra)	1.90 (p=0.000, IC 95%: 1.52–2.37)	BHV-1	Infeção na manada	Brasil	Dias, Alfieri, Gonçalves, Ferreira-Neto, & Muller 2013
Compra de animais (vs. Não compra)	1.57 (p<0.001, IC 95%: 1,21–2,04)	Leptospirose por qualquer serovar	Ocorrência em fêmeas bovinas em idade reprodutiva	Brasil	Oliveira et al., 2010
Compra de animais (vs. Não compra)	1.48 (p<0.001, IC 95%: 1,19–1,85)	Leptospirose pelo serovar Hardjo (Hardjoprajitno)	Ocorrência em fêmeas bovinas em idade reprodutiva	Brasil	Oliveira et al., 2010

Reposição com animais externos (vs. Não reposição com animais externos)	1.54 (p=0.008, IC 95%: 1.11-2.13)	<i>N. caninum</i>	Seroprevalência no indivíduo	Colômbia	Llano, Guimarães, Soares, Polo & Da Silva, 2018
Reposição de animais externos (vs. Não reposição com animais externos)	5.27 (p=0.0002, IC 95%: 2.03-13.7)	<i>N. caninum</i>	Infeção do indivíduo	Croácia	Beck, Marinculic, Mihaljevic, Benic & Martinkovic, 2010
Reposição com animais externos (vs. Não reposição com animais externos)	116.78 (p=0.000, IC 95%: 14.94-912.33)	BHV1	Seroprevalência em manada não vacinada	Espanha	Gonzalez-Garcia et al., 2009
Importação de bovinos da Europa continental (vs. Não importação)	19.22 (p=0.001, IC 95%: 2.87-∞)	Paratuberculose	Positividade da manada	República da Irlanda	Barrett et al., 2011
Proporção de vacas compradas/ano nos últimos 5 anos >4% (vs. Proporção ≤4%)	5.44 (p=0.025, IC 95%: 1.23-23.98)	MAP	Seropositividade da manada	Canadá	Puerto-parada et al., 2018
Manada parcialmente/totalmente depopulada devido a surto de doença (vs. Manada não depopulada)	4.71 (p=0.001, IC 95%: 1.42-22.41)	Paratuberculose	Positividade da manada	República da Irlanda	Barrett et al., 2011
Percentagem de vacas de origem externa (vs. manada fechada): ≥25% 0.1-24%	2.1 (p=.0.02, IC 95%:1.3-3.5) 1.6 (p=.0.02, IC 95%: 1.0-2.7)	MAP	Estatuto sanitário da manada	EUA	Wells & Wagner, 2000
Manada com taxa de importação anual do efetivo ≥8% nos últimos 5 anos (vs. Manada com taxa de importação anual do efetivo <8% nos últimos 5 anos)	3.28 (p=0.03, IC 95%: 2.15-5.03)	MAP	Seropositividade do indivíduo	EUA	Hirst et al., 2004
Manada com <70% efetivo criado na própria exploração (vs. Manada com ≥70% efetivo criado na própria exploração)	3.69 (p=.0.008, IC 95%: 1.41-9.64)	<i>Salmonella</i> spp.	Presença de anticorpos específicos para o agente no leite coletivo da manada	República da Irlanda	O'Doherty et al., 2014

Anexo 3 - Seleção dos animais a introduzir

Fatores de risco/protetores e respetivos *odds ratios* (OR), relativos à seleção dos animais a introduzir, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Idade (maior vs. menor)	1.04 (p<0.001, IC 95%: 1.03-1.05)	BHV-1	Seropositividade do animal	Bélgica	Boelaert et al., 2005
Idade: >2 - ≤5 anos >5 - ≤8 anos >8 anos	3.31 (p=0.14, IC 95%: 0.68- 16.90) 7.54 (p=0.01, IC 95%: 1.53-37.10) 9.34 (p=0.007, IC 95%: 1.84-47.25)	BVDV	Seropositividade do indivíduo	Espanha	Mainar-Jaime et al., 2001
Idade: >36 meses (vs. <17 meses e 18-36 meses)	1.7 (p=0.038, IC 95%: 1.11-2.60)	<i>N. caninum</i>	Seroprevalência no indivíduo	Colômbia	Llano et al., 2018
Touro ≥ 3 anos (vs. Touro <3 anos)	2.2 (p=0.298, IC 95%: 0.50-0.96)	Tricomoníase bovina	Presença da doença no indivíduo	EUA	Jin et al., 2014
Touro < 3 anos (vs. Touro ≥3 anos)	0.17 (p=0.022, IC 95%: 0.04-0.79)	Tricomoníase bovina	Presença da doença no indivíduo	Espanha	Collantes-Fernández et al., 2014
Touros >3 anos (vs. Touros < 3 anos)	3.45 (p=0.04, IC 95%: 1.068-11.19)	<i>T. foetus</i>	Infeção em touros	Espanha	Mendoza-Ibarra et al., 2012
Touros >3 anos (vs. Touros < 3 anos)	27.29 (p<0.001, IC 95%: 1.58–471.4)	Tricomoníase bovina	Presença de doença	Espanha	Mendoza-Ibarra et al., 2013
Touros >5 anos (vs. Touros <5 anos)	2.2 (p=0.022, IC 95%: 1.1-4.3)	Tricomoníase bovina	Presença da doença em touros	EUA	Rae et al., 2004
Touros (vs. Vacas)	1.37 (p=0.009, IC 95%: 1.08-1.74)	BHV-1	Seropositividade do animal	Bélgica	Boelaert et al., 2005
Compra de touro(s) no último ano (vs. Não compra)	1.56 (p=0.13, IC 95%: 0.87–2.81)	<i>Campylobacter fetus</i>	Estatuto sanitário da manada	Argentina	Jimenez et al., 2011
Vaca com nº de partos >1 (vs. Vaca com nº de partos ≤1)	1.20 (p=0.067, IC 95%: 0.98-1.47)	MAP	Estatuto serológico (ELISA) do indivíduo	Colômbia	Fernández-Silva et al., 2017
Produtor pede teste BVDV negativo antes de introduzir animal (vs. Produtor não pede teste)	0.30 (p=0.01)	<i>N. caninum</i>	Seropositividade da manada	Canadá	Vanleeuwen et al., 2010

Anexo 4 - Quarentena

Fatores de risco/protetores e respectivos *odds ratios* (OR), relativos à realização de quarentena, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Não fazer quarentena de animais comprados (vs. Fazer quarentena)	1.1 (p=0.031, IC 95%: 1.0-2.5)	BVDV	Seropositividade do indivíduo	Jordânia	Talafha, Ababneh, Hirche, Ababneh & Al-Majali, 2009
Não fazer quarentena (vs. Fazer quarentena)	16.172 (p=0.024, IC 95%: 1,449-180,472)	<i>Leptospira</i> spp.	Infeção na manada	Brasil	Ferreira et al., 2017

Anexo 5 – Contacto direto através dos limites da exploração

Fatores de risco/protetores e respectivos *odds ratios* (OR), relativos ao contacto direto através dos limites da exploração, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Fuga de vacas e mistura com outros bovinos (vs. Ausência de fuga)	6.85 (p=0.05) Obtido por regressão logística	BHV-1	Introdução do agente numa manada certificada como livre da infeção	Holanda	van Schaik et al. , 2001
Invasão da propriedade por touros vizinhos (vs. Não invasão)	2.03 (p=0.06, IC 95%: 0.98-4.20)	<i>Campylobacter fetus</i>	Estatuto sanitário da manada	Argentina	Jimenez et al., 2011
Contacto focinho-a-focinho entre pastagens (vs. Ausência de contacto)	2.3 (p<0.05, IC 95%: 1.27-4.24)	BVDV	Seropositividade da manada	Noruega	Valle et al., 1999
Distância da exploração vizinha mais próxima <100m (vs. Distância de ≈ 400m)	0.70 (p=0.00, IC 95%: 0.55–0.88)	BHV-1	Seropositividade da manada	Holanda	van Schaik et al., 1998
Número de manadas vizinhas positivas ≥1 (vs. Ausência de manadas vizinhas positivas)	18.3 (p=0.0003, IC 95%: 4.1-81.1)	Tricomoniase bovina	Presença da doença no indivíduo	EUA	Jin et al., 2014

Existência de explorações contíguas (vs. Inexistência de explorações contíguas)	1.13 (p=0.042, IC 95%: 1.01-1.33)	BHV-1	Estatuto sanitário da manada	República da Irlanda	Grady et al., 2008
Limites da exploração seguros (vs. Não seguros)	0.54 (p=0.05, IC 95%: 0.29-1.00)	<i>N. caninum</i>	Presença de anticorpos específicos para o agente no leite coletivo da manada	República da Irlanda	O'Doherty et al., 2014
Cercas danificadas (vs. Não danificadas)	5.0 (p=0.147, IC 95%: 0.6-41.6)	Tricomoníase bovina	Presença da doença no indivíduo	EUA	Jin et al., 2014
Cercas danificadas durante um período ≥1 semana (vs. Período <1 semana)	4.3 (p=0.078, IC 95%: 0.9-20.2)	Tricomoníase bovina	Presença da doença no indivíduo	EUA	Jin et al., 2014

Anexo 6 - Partilha de espaços

Fatores de risco/protetores e respetivos *odds ratios* (OR), relativos à partilha de espaços, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Acesso de cães à pastagem (vs. Não acesso)	1.71 (p<0.0051, IC 95%: 1.21-2.41)	<i>Leptospira</i> spp.	Seropositividade de indivíduo	Brasil	Fávero et al., 2017a
Presença de cães na exploração (vs. Não presença)	4.2 (p=0.09) Obtido por regressão logística	<i>N. caninum</i>	Seropositividade de indivíduo	Holanda	Bartels et al., 1999
Presença de cães na exploração (vs. Não presença)	5.181 (p=0.0123, IC 95%: 1.43-18.8)	<i>N. caninum</i>	Surtos de aborto associados a <i>N. caninum</i>	Holanda	Bartels et al., 1999
Presença de cães que não comem placenta ou fetos (vs. Ausência de cães na exploração)	1.66 (p=0.02)	<i>N. caninum</i>	Seropositividade da manada	Canadá	Vanleeuwen et al., 2010
Presença de cães que comem placenta ou fetos (vs. Ausência de cães na exploração)	2.75 (p<0.001)	<i>N. caninum</i>	Seropositividade da manada	Canadá	Vanleeuwen et al., 2010

Presença de cães (vs. Ausência de cães)	2.22 (p<0.001, IC 95%: 1.35-3.84)	<i>N. caninum</i>	Infeção no indivíduo	Brasil	Fávero et al., 2017b
Presença de aves na exploração (vs. Ausência): 1-10 >10	4.61 (p=0.0928, IC 95%: 0.78-27.5) 10.42 (p=0.0265, IC 95%: 1.31 - 82.8)	<i>N. caninum</i>	Surtos de aborto associados a <i>N. caninum</i>	Holanda	Bartels et al., 1999
Presença de cervídeos (vs. Ausência de cervídeos)	2.02 (p=0.010, IC 95%: 1,16–3,50)	Leptospirose por qualquer serovar	Ocorrência em fêmeas bovinas em idade reprodutiva	Brasil	Oliveira et al., 2010
Presença de suínos (vs. Ausência de suínos)	1.28 (p=0.040, IC 95%: 1,01–1,62)	Leptospirose pelo serovar Hardjo (Hardjoprajitno)	Ocorrência em fêmeas bovinas em idade reprodutiva	Brasil	Oliveira et al., 2010
Presença de animais silváticos (vs. Ausência de animais silváticos)	2.89 (p=0.005, IC 95%: 1.38-6.05)	Leptospirose por qualquer serovar	Ocorrência de focos de doença	Brasil	Pimenta et al., 2014
Uso de pastagens comuns por bovinos jovens	8.817 (p=0.0545, IC 95%: 0.96 - 81.1)	<i>N. caninum</i>	Surtos de aborto associados a <i>N. caninum</i>	Holanda	Bartels et al., 1999
Pastoreio comum (vs. Não pastoreio comum)	2.9 (p=0.003, IC 95%: 0.7-12.1)	Tricomoníase bovina	Presença da doença no indivíduo	EUA	Jin et al., 2014
Partilha de pastagem (vs. Não partilha de pastagem)	1.63 (p<0.001, IC 95%: 1,16 – 2,30)	Leptospirose por qualquer serovar	Ocorrência em fêmeas bovinas em idade reprodutiva	Brasil	Oliveira et al., 2010
Novilhas não pastam em conjunto com vacas (vs. Novilhas pastam em conjunto com vacas)	0.44 (p=0.02, IC 95%: 0.22-0.89)	<i>Salmonella</i> spp.	Presença de anticorpos específicos para o agente no leite coletivo da manada	Repúblic a da Irlanda	O'Doherty et al., 2014
Pastoreio de vitelos com vacas (vs. Não pastoreio de vitelos com vacas)	13.69 (p=0.03, IC 95%: 1.21-154.54)	<i>Leptospira</i> <i>interrogans</i> serovar hardjo	Presença de anticorpos específicos para o agente no leite coletivo da manada	Repúblic a da Irlanda	O'Doherty et al., 2014
Alimentação em pastagem (vs. Não alimentação em pastagem)	6.4 (p=0.026, IC 95%: 1.3–32.5)	Leptospirose	Seroprevalência na manada	Brasil	Campos et al., 2017

Novilhas em pastagem comum (vs. Novilhas não estão em pastagem comum)	3.4 (p<0.05, IC 95%: 1.4-8.31)	BVDV	Seropositividade da manada	Noruega	Valle et al., 1999
Arrendamento de áreas para pastoreio (vs. Não arrendamento)	2.24 (p=0.000, IC 95%: 1.51–3.33)	BHV-1	Infeção na manada	Brasil	Dias et al., 2013
Partilha de estábulos no inverno e troca de vitelos entre explorações (vs. Ausência de partilha de estábulos ou troca de vitelos)	15.1 (p<0.05, IC 95%: 1.91-119.7)	BVDV	Seropositividade da manada	Noruega	Valle et al., 1999
Participação em feiras/leilões (vs. Não participação)	3.54 (p=0.05, IC 95%: 0.99–12.6)	BHV-1	Seropositividade da manada	Holanda	van Schaik et al., 1998
Partilha de gado com outros produtores (vs. Não partilha de gado com outros Produtores)	5.37 (p=0.003, IC 95%: 1.75-16.49)	<i>Tritrichomonas foetus</i>	Manada positiva (pelo menos um touro positivo)	Argentina	Mardones et al., 2008
Bovinos pastaram em outras explorações (vs. Bovinos não pastaram em outras explorações)	7.0 (p=0.05) Obtido por regressão logística	BHV-1, BVDV, <i>S. dublin</i> e <i>L. hardjo</i>	Introdução de um conjunto de doenças infecciosas em manada com estatuto sanitário livre de doença(s)	Holanda	Van Schaik et al., 2002

Anexo 7 - Seleção dos animais reprodutores

Fatores de risco/protetores e respetivos *odds ratios* (OR), relativos à seleção dos animais reprodutores, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Touros >3 anos (vs. Touros < 3 anos)	3.45 (p=0.04, IC 95%: 1.068-11.19))	<i>T. foetus</i>	Infeção em touros	Espanha	Mendoza-Ibarra et al., 2012
Reprodução por monta natural (vs. Reprodução por inseminação artificial ou ambas)	2.4 (p=0.041, IC 95%: 1.1–5.9)	<i>Tritrichomonas foetus</i>	Infeção no indivíduo	Brasil	Baltazar de Oliveira et al., 2015
Uso de monta natural (vs. Não uso de monta natural)	1.48 (p=0.038, IC 95%: 1.08–1.95)	BHV-1	Infeção na manada	Brasil	Dias et al., 2013

Anexo 8 - Maneio no retorno à exploração

Fatores de risco/protetores e respetivos *odds ratios* (OR), relativos à saída dos animais com retorno à exploração, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Participação em feiras/leilões (vs. Não participação)	3.54 (p=0.05, IC 95%: 0.99–12.6)	BHV-1	Seropositividade da manada	Holanda	van Schaik et al., 1998
Saída de bovinos com retorno à exploração (vs. Não saída de bovinos com retorno à exploração)	15.15 (p=0.03, IC 95%: 1.35-170.27)	<i>Leptospira interrogans</i> serovar <i>hardjo</i> (<i>L. hardjo</i>)	Presença de anticorpos específicos para o agente no leite coletivo da manada	República da Irlanda	O'Doherty et al., 2014
Retorno à exploração após feira/leilão (vs. Não retorno à exploração após feira/leilão)	12.6 (p=0.03) Obtido por regressão logística	BHV-1, BVDV, <i>S. dublin</i> e <i>L. hardjo</i>	Introdução de um conjunto de doenças infecciosas em manada com estatuto sanitário livre de doença(s)	Holanda	Van Schaik et al., 2002

Anexo 9 - Circulação de visitantes

Fatores de risco/protetores e respetivos *odds ratios* (OR), relativos à circulação de visitantes na exploração, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Número de visitantes por semana que contacta com os bovinos ≥1 (vs. <1 visitante por semana que contacta com os bovinos)	4.06 (p=0.02, IC 95%: 1.28–12.9)	BHV-1	Seropositividade da manada	Holanda	van Schaik et al., 1998

Anexo 10 - Regras de higiene e limpeza e boas práticas de biossegurança

Fatores de risco/protetores e respetivos *odds ratios* (OR), relativos às regras de higiene e limpeza e boas práticas de biossegurança da exploração, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Uso assíduo de vestuário protetor por visitantes que contactaram com bovinos (vs. Uso não assíduo)	0.43 (p=0.06) Obtido por regressão logística	BHV-1	Introdução do agente numa manada certificada como livre da infeção	Holanda	van Schaik et al., 2001
Veterinário usa sempre vestuário de proteção (vs. Veterinário não usa sempre vestuário de proteção)	0.2 (p=0.004) Obtido por regressão logística	BHV-1, BVDV, S. dublin e L. hardjo	Introdução de um conjunto de doenças infecciosas em manada com estatuto sanitário livre de doença(s)	Holanda	Van Schaik et al., 2002

Anexo 11 - Armazenamento de alimento, feno e palha

Fatores de risco/protetores e respetivos *odds ratios* (OR), relativos ao armazenamento de alimento, feno e palha, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Acesso de roedores aos alimentos (vs. Não acesso)	1.54 (p=0.05, IC 95%: 1.00-2.54)	<i>Leptospira</i> spp.	Seropositividade do indivíduo	Brasil	Fávero et al., 2017a

Anexo 12 - Controlo de qualidade da fonte de água

Fatores de risco/protetores e respetivos *odds ratios* (OR), relativos ao controlo de qualidade da fonte de água da exploração, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Fonte de água clorada (vs. Água do rio)	4.43 (p=0.001, IC 95%: 2.05-13.28)	<i>Leptospira</i> spp.	Seropositividade do indivíduo	Brasil	Fávero et al., 2017a

Fonte de água do lago (vs. Água clorada)	1.38 (p=0.12, IC 95%: 0.92-2.12)	<i>Leptospira</i> spp.	Seropositividade do indivíduo	Brasil	Fávero et al., 2017a
Presença de pastagens alagadas (vs. Inexistência de pastagens alagadas)	2.36 (p<0.001, IC 95%: 1.56–3.56)	Leptospirose pelo serovar Hardjo	Ocorrência de focos de doença	Brasil	Pimenta et al., 2014
Fonte de água de barragem ou curso de água (vs. Água canalizada)	2.1 (p=0.028, IC 95%: 1.1–4.2)	Leptospirose	Seroprevalência na manada	Brasil	Campos et al., 2017
Recurso a rio ou outros cursos de água como fonte de água (vs. outra fonte de água)	2.12 (p<0.1, IC 95%: 1.01-4.03)	Paratuberculose	Seropositividade do indivíduo	EUA	Roussel et al., 2005
Acesso frequente a cursos de água que passaram em outras explorações (vs. Nenhum acesso)	5.3 (p=0.006, IC 95%: 1.34-20.97)	<i>Salmonella</i> spp.	Presença de anticorpos específicos para o agente no leite coletivo da manada	República da Irlanda	O'Doherty et al., 2014

Anexo 13 - Armazenamento de estrume/chorume

Fatores de risco/protetores e respectivos *odds ratios* (OR), relativos ao armazenamento do estrume/chorume de outras origens, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Exposição dos vitelos de 0-6 semanas a fezes de adultos (vs. Não exposição)	30.5 (IC 95%: 1.2-808.7)	MAP	Presença de infecção na manada	EUA	Obasanjo et al., 1997

Anexo 14 - Limpeza dos parques e dos animais

Fatores de risco/protetores e respectivos *odds ratios* (OR), relativos à limpeza dos parques e dos animais, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Limpar a zona de parto após cada uso (vs. Não limpar após cada uso)	0.28 (p=0.030, IC 95%: 0.08-0.89)	MAP	Estatuto sanitário da manada	EUA	Johnson-Ifeorulundu & Kaneene, 1998
Contaminação do úbere de vacas no pré-parto com fezes (vs. Não contaminação)	6.38 (p=0.02, IC 95%: 1.29–31.49)	MAP	Estatuto sanitário da manada	Irão	Ansari-Lari, Haghighi, Bahramy & Baهران, 2009

Anexo 15 - Registos de doenças e tratamentos

Fatores de risco/protetores e respetivos *odds ratios* (OR), relativos ao registo de doenças, índices produtivos e sinais clínicos na exploração, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Taxa de gravidez em vacas <90% (vs. ≥90%)	2.00 (p=0.03, IC 95%: 1.09–3.68)	<i>Campylobacter fetus</i>	Estatuto sanitário da manada	Argentina	Jimenez et al., 2011
Taxa de gravidez em novilhas <85% (vs. ≥85%)	2.11 (p=0.05, IC 95%: 0.92–4.91)	<i>Campylobacter fetus</i>	Estatuto sanitário da manada	Argentina	Jimenez et al., 2011
Observação de gravidez inesperada em vacas ou novilhas (vs. Não observação)	1.60 (p=0.12, IC 95%: 0.88–2.89)	<i>Campylobacter fetus</i>	Estatuto sanitário da manada	Argentina	Jimenez et al., 2011
Diagnóstico de Campilobacteriose genital bovina no ano anterior (vs. Não diagnóstico)	1.33 (p=0.44, IC 95%: 0.67-2.64)	<i>Campylobacter fetus</i>	Estatuto sanitário da manada	Argentina	Jimenez et al., 2011
Taxa de gravidez ≤90% (vs. >90%)	4.07 (p=0.005, IC 95%: 1.53-10.82)	<i>Tritrichomonas foetus</i>	Manada positiva (pelo menos um touro positivo)	Argentina	Mardones et al., 2008
Presença de vacas ≥2 falhas de concepção (vs. Ausência)	6.78 (p=0.005, IC 95%: 1.69-27.17)	Tricomoniase bovina	Presença da doença no indivíduo	Espanha	Collantes-Fernández et al., 2014
Presença de vacas com ≥2 falhas de concepção (vs. Ausência)	5.2 (p=0.007, IC 95%: 1.5-17-18)	<i>T. foetus</i>	Infeção em touros	Espanha	Mendoza-Ibarra et al., 2012
Deteção de doença no ano anterior (vs. Não deteção)	4.06 (p=0.001, IC 95%: 1.71-9.63)	<i>Tritrichomonas foetus</i>	Manada positiva (pelo menos um touro positivo)	Argentina	Mardones et al., 2008
Deteção de animais antigénio-positivos em manadas não vacinadas (vs. Não deteção)	13.8 (p<0.01, IC 95%: 4.1–47.1)	BVDV	Seropositividade da manada	Bélgica	Sarrazin et al., 2013
História de animais com teste positivo para MAP nos últimos 3 anos (vs. Ausência de história)	6.71 (p=0.010, IC 95%: 1.46-30.90)	MAP	Estatuto sanitário da manada	EUA	Johnson-Ifearulundu & Kaneene, 1998
História de suspeita de casos de MAP na manada (vs. Ausência de história)	6.70 (p=0.04, IC 95%: 1.02–44.16)	MAP	Estatuto sanitário da manada	Irão	Ansari-Lari et al., 2009

História de sinais clínicos de infecção por MAP (vs. Ausência de história de sinais clínicos de infecção por MAP)	2.27 (p<0.001, IC 95%: 1.65-3.12)	MAP	Seropositividade do indivíduo	EUA	Hirst et al., 2004
Número de animais testados para BVDV	1.075 por 10 testes (p<0.001, IC 95%: 1.049-1.101)	BVDV	Manada com estatuto positivo para a doença	Reino Unido	Byrne et al., 2017
Presença de BVDV na manada (vs. Ausência de BVDV na manada)	7.27 (p=0.03, IC 95%: 1.24-42.74)	BHV-1	Sero-prevalência alta da manada	Estónia	Raaperi et al., 2010
Presença de BVDV na manada (vs. Ausência de BVDV na manada)	6.5 (p=0.05, IC 95%: 1.19-30.62)	BHV-1	Sero-prevalência alta no grupo etário de animais jovens (dos 6 meses até ao 1º parto),	Estónia	Raaperi et al., 2010
Presença de sinais clínicos nos 1 ^{os} casos (vs. Ausência de sinais clínicos)	3.8 (p<0.001, IC 95%: 2.2, 6.8)	Paratuberculose	Deteção subsequente da doença na manada	Japão	Kobayashi, Tsutsui, Yamamoto & Nishiguchi, 2007
Número de 1 ^{os} casos detetados ≥2 (vs. Número de 1 ^{os} casos detetados =1)	2.8 (p<0.001, IC 95%: 1.8-4.5)	Paratuberculose	Deteção subsequente da doença na manada	Japão	Kobayashi et al., 2007
Observação de abortos em épocas de partos anteriores (vs. Não observação)	3.08 (p=0.02, IC 95%: 1.52-6.23)	<i>Campylobacter fetus</i>	Estatuto sanitário da manada	Argentina	Jimenez et al., 2011
História/Registo de aborto nos últimos 12 meses (vs. Aborto não registado nos últimos 12 meses)	1.45 (p=0.014, IC 95%: 1.08–1.95)	BHV-1	Infeção na manada	Brasil	Dias et al., 2013
Aborto (vs. Ausência de aborto)	8.307 (p=0.002, IC 95%: 2.19-31.48)	<i>N. caninum</i>	Seropositividade do indivíduo	Croácia	Beck et al., 2010
História de aborto na manada em conjunto com importação de animais de outras origens	5.52 (p=0.001)	<i>N. caninum</i>	Seropositividade do indivíduo	Croácia	Beck et al., 2010
Animal seropositivo a <i>N. caninum</i>	3.36 (p=0.014, IC 95%: 0.6-5.3)	<i>N. caninum</i>	Perda fetal	Nova Zelândia	Sanhueza et al., 2013
Animal seropositivo a <i>Leptospira borgpetersenii</i> serovar Hardjo (Hardjo)	1.84 (p=0.045, IC 95%: 0.3-9.0)	<i>Leptospira borgpetersenii</i> serovar Hardjo (Hardjo)	Perda fetal	Nova Zelândia	Sanhueza et al., 2013

Animal seropositivo a <i>Leptospira interrogans</i> serovar Pomona (Pomona)	14.91 (p=0.014, IC 95%: 0.7-6.4)	<i>Leptospira interrogans</i> serovar Pomona (Pomona)	Perda fetal	Nova Zelândia	Sanhueza et al., 2013
História de abortos nos últimos 2 anos (vs. Ausência de história de abortos nos últimos 2 anos)	5.33 (p<0.001, I 95%: 2.87-9.9)	<i>N. caninum</i>	Seroprevalência no indivíduo	Colômbia	Llano et al., 2018
Sem história de testagem para doença (vs. História de testagem para doença)	1.58 (p=0.03, IC 95%: 1.04-2.38)	<i>N. caninum</i>	Infeção no indivíduo	Brasil	Fávero et al., 2017b
Observação de sinais típicos de MAP: perda de peso crônica e diarreia (vs. Ausência de sinais clínicos)	33.8 (IC 95%: 1.3-860.8)	MAP	Presença de infecção na manada	EUA	Obasanjo et al., 1997
Observação de sinais típicos de MAP: perda de peso crônica, diarreia e outros sinais (edema submandibular) (vs. Ausência de sinais clínicos)	20.2 (IC 95%: 1.0, 408.9)	MAP	Presença de infecção na manada	EUA	Obasanjo et al., 1997
Ausência de serviços veterinários (vs. Utilização de serviços veterinários)	2.9 (p=0.001, IC 95%: 1.5–5.5)	Leptospirose	Seroprevalência na manada	Brasil	Campos et al., 2017

Anexo 16 - Isolamento

Fatores de risco e respectivos *odds ratios* (OR), relativos ao isolamento de animais, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Isolamento de animais doentes (vs. Não isolamento de animais doentes)	0.006 (p=0.030, IC 95%: 0,000-0,614)	<i>Leptospira</i> spp.	Infeção na manada	Brasil	Ferreira et al., 2017

Anexo 17 - Vacinação

Fatores de risco e respetivos *odds ratios* (OR), relativos à vacinação, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Não vacinar (vs. Vacinar)	3.08 (p<0.001, IC 95%: 1.08-8.79)	BVDV	Presença de pelo menos 1 vitelo positivo	República da Irlanda	Graham et al., 2013
Vacinação (vs. Não vacinação)	0.090 (p=0.037, IC 95%: 0,009-0,862)	<i>Leptospira</i> spp.	Infeção na manada	Brasil	Ferreira et al., 2017

Anexo 18 - Material biológico de origem externa

Fatores de risco e respetivos *odds ratios* (OR), relativos ao uso de material biológico de outras origens, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Uso de transferência de embriões (vs. Não uso de transferência de embriões)	0.69 (p=0.05)	<i>N. caninum</i>	Seropositividade da manada	Canadá	Vanleeuwen et al., 2010
Alimentação dos vitelos com colostro coletivo (vs. Alimentação com colostro da própria mãe)	0.26 (p=0.008, IC 95%: 0.09-0.70)	MAP	Estatuto serológico (ELISA) do indivíduo	Colômbia	Fernández-Silva et al., 2017
Administração colostro de origem externa (vs. Não administração de colostro de origem externa)	0.19 (p=0.02, IC 95%: 0.02-0.88)	Paratuberculose	Positividade da manada	República da Irlanda	Barrett et al., 2011

Anexo 19 - Divisão do efetivo na exploração

Fatores de risco e respetivos *odds ratios* (OR), relativos à divisão do efetivo na exploração, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Parto em parques individuais (vs. Parto a campo ou em alojamento conjunto)	0.21 (p=0.04, IC 95%: 0-0.93)	Paratuberculose	Registo da presença de doença na manada	Reino Unido	Çetinkaya, Erdogan, & Morgan, 1997

Sistema de recria natural (vs. Sistema de recria artificial)	3.0 (p=0.006, IC 95%: 1.4-6.3)	<i>Leptospira</i> spp.	Seropositividade da manada	Chile	Salgado, Otto, Sandoval, Reinhardt & Boqvist, 2014
Uso de alojamento conjunto para vacas no pré-parto no ano anterior (vs. Não uso)	1.5 (p=0.06, IC 95%: 1.0–2.3)	MAP	Estatuto sanitário da manada	EUA	Wells & Wagner, 2000
Uso de alojamento conjunto para vitelos pré-desmamados no ano anterior (vs. Não uso)	1.5 (p=0.04, IC 95%: 1.0–2.3)	MAP	Estatuto sanitário da manada	EUA	Wells & Wagner, 2000
Uso de um lote de exercício para vacas em lactação (vs. Não uso)	3.01 (p=0.040, IC 95%: 1.03-8.80)	MAP	Estatuto sanitário da manada	EUA	Johnson- Ifearulundu & Kaneene, 1998
Uso de parques de parto individuais (vs. Não uso de parques de parto individuais)	0.21 (p<0.05, IC 95%: 0.04-1.0)	MAP	Manada positiva ao teste diagnóstico MFR (<i>milk sock</i> <i>filter residue</i>)	República da Irlanda	Cashman et al., 2008
Parques de parto utilizadas para isolamento de animais doentes (vs. Não utilização para isolamento)	34.41 (p=0.0118, IC 95%: 2.19-541.1)	<i>N. caninum</i>	Surtos de aborto associados a <i>N. caninum</i>	Holanda	Bartels et al., 1999
Aumento do rácio touros:vacas (vs. Diminuição do rácio)	2.2 (p=0.030, IC 95%: 1.1-4.3)	Tricomoniase bovina	Presença da doença em touro	EUA	Rae et al., 2004

Anexo 20 - Características gerais da exploração

Fatores de risco e respetivos *odds ratios* (OR), relativos a características gerais da exploração, e a sua associação com doenças ou agentes etiológicos específicos

Fator de risco/protetores	Risco (OR)	Doença/agente etiológico	Outcome (consequência)	País	Referência
Produção de bovinos de carne (vs. Outro tipo de produção bovina)	4.9 (p<0.001, IC 95%: 2.0–12.1)	Leptospirose	Seroprevalência na manada	Brasil	Campos et al., 2017
Tipo de produção- Recria (vs. Ciclo fechado)	2.49 (p=0.052, IC 95%: 1.00-6.26)	<i>Tritrichomonas foetus</i>	Manada positiva (pelo menos um touro positivo)	Argentina	Mardones et al., 2008

Alojamento livre (<i>Loose housing</i>) (vs. <i>Tied-up system</i>)	2.0 (p=0.01, IC 95%: 1.1-3.6)	Paratuberculose	Deteção subsequente da doença na manada	Japão	Kobayashi et al., 2007
Número de nascimentos	2.060 (p<0.001, IC 95%: 1.751-2.424)	BVDV	Manada com estatuto positivo para a doença	Reino Unido	Byrne et al., 2017
Presença de >28 fêmeas bovinas em idade reprodutiva (vs. Presença de ≤28 fêmeas em idade reprodutiva)	2.11 (p<0.001, IC 95%: 1,27-3,52)	Leptospirose por qualquer serovar	Ocorrência em fêmeas bovinas em idade reprodutiva	Brasil	Oliveira et al., 2010
Maior tamanho da manada (vs. Menor tamanho)	2.23 (p<0.001)	BVDV	Manada com estatuto positivo para a doença	Reino Unido	Byrne et al., 2017
Maior tamanho da manada (vs. Menor tamanho)	2.32 (p<0.001, IC 95%: 1.91-2.80)	BVDV	Presença de pelo menos 1 vitelo positivo	República da Irlanda	Graham et al., 2013
Maior tamanho da manada (vs. Menor tamanho)	1.004 (p<0.01, IC 95%: 1.002–1.006)	BVDV	Seropositividade da manada	Bélgica	Sarrazin et al., 2013
Maior tamanho da manada (vs. Menor tamanho)	1.04 (p<0.001, IC 95%: 1.04-1.05)	BHV-1	Seropositividade do animal	Bélgica	Boelaert et al., 2005
Tamanho da manada	14.57 (p=0.004, IC 95%: 2.35-90.39)	BHV-1	Seroprevalência em manada não vacinada	Espanha	Gonzalez-Garcia et al., 2009
Manada >35 animais (vs. Manada ≤35 animais)	4.0 (p<0.001, IC 95%: 2.0–8.2)	Leptospirose	Seroprevalência na manada	Brasil	Campos et al., 2017
Manada com ≥ 100 vacas	2.5 (p=0.307, IC 95%: 0.5-12.4)	Tricomoníase bovina	Presença da doença no indivíduo	EUA	Jin et al., 2014
Manada com >100 animais (vs. Manada com <100 animais)	7.3 (p=0.020, IC 95%: 1.3–38.4)	<i>Campylobacter fetus subsp. venerealis</i>	Infeção no indivíduo	Brasil	Baltazar de Oliveira et al., 2015
Maior tamanho da manada (vs. Menor tamanho)	1.01 (p=0.008, IC 95%: 1.00-1.03)	Paratuberculose	Positividade da manada	República da Irlanda	Barrett et al., 2011
Aumento do tamanho da manada – por cada 10 vacas	1.17 (p=0.020, IC 95%: 1.02–1.33)	MAP	Seropositividade da manada	Canadá	Puerto-parada et al., 2018
Manada com ≥600 vacas lactantes (vs. Manada com <600 vacas lactantes)	3.12 (p<0.001, IC 95%: 1.89-5.12)	MAP	Seropositividade do indivíduo	EUA	Hirst et al., 2004